

PROPUESTA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CONSUMO
ELÉCTRICO EN EL MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA, CUNDINAMARCA.

WILLIAM ANDRES BARRERA SALAZAR
FABIAN ALEXANDER CASTILLA GARZÓN



UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ
2018

PROPUESTA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CONSUMO
ELÉCTRICO EN EL MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA, CUNDINAMARCA.

WILLIAM ANDRES BARRERA SALAZAR
FABIAN ALEXANDER CASTILLA GARZÓN

MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIEROS
MECÁNICOS



UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ
2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, __ de Enero de 2019

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	10
1. ASPECTOS BASICOS DEL PROYECTO	11
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo General	11
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
1.3 ANTECEDENTES	13
1.4 METODOLOGÍA.....	15
1.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	16
1.6 FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 16	
1.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO	17
1.8 POLÍTICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES	17
1.9 FACTORES CONDICIONANTES.....	19
1.9.1 Limitaciones de desarrollo	19
1.9.2 Irradiación solar	19
2. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	20
2.1 GENERALIDADES.....	20
2.2 FACTORES QUE CONDICIONAN LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	20
2.3 MACROLOCALIZACIÓN	20
2.4 MICROLOCALIZACIÓN	21
3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DEL PROYECTO.....	23
3.1 GENERALIDADES.....	23
3.1.1 FACTORES DETERMINANTES DEL TAMAÑO	23
3.2 DEFINICIÓN DEL TAMAÑO.....	24
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO	25
4.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	25
4.1.1 Consumo energético requerido del proyecto.....	26
4.2 ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	27
4.2.1 Paneles/celdas solares	28
4.2.2 Reguladores de carga.....	29

4.2.3 Sistema de almacenamiento	30
4.2.4 Inversores	30
4.3 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	32
4.4 DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	32
4.5 DEFINICIÓN DEL PERSONAL REQUERIDO POR EL PROYECTO	32
4.6 DISTRIBUCIÓN FÍSICO-ESPACIAL DE LA PLANTA.....	33
4.6.1 Distribución eléctrica.....	35
4.7 MANEJO DE RESIDUOS Y ELEMENTOS CONTAMINANTES	36
4.8 CUANTIFICACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	36
4.9 CRONOGRAMA DEL PROYECTO.	37
4.10 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL APLICATIVO.	37
4.10.1 Datos climatológicos y meteorológicos de la zona de estudio	37
4.10.2 Ecuaciones para el diseño del sistema solar fotovoltaico.....	39
4.10.3 Resultados de dimensionamiento del sistema	43
4.10.4 Mantenimiento	47
4.10.5 Base y soporte del sistema	49
4.10.6 Modelamiento mediante Solidworks®.....	50
5. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS.....	52
5.1 DEFINICIÓN DE TIPO DE ORGANIZACIÓN	52
5.1.1 Misión	52
5.1.2 Visión.....	52
5.1.3 Objetivos.....	52
5.1.4 Estrategias.....	53
5.1.5 Políticas	53
5.1.6 Función de las áreas funcionales.....	53
5.1.7 Perfil de funciones del personal	54
6. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO	55
6.1 INVERSIONES FIJAS	55
6.2 INVERSIONES DIFERIDAS	55
6.3 CAPITAL DE TRABAJO	55
6.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO.....	55
6.5 ESTRUCTURA DE CAPITAL	55
7. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y COSTOS	56
7.1 COSTOS PROYECTADOS DEL PROYECTO	56

7.1.1 COSTOS FIJOS	56
7.1.2 COSTOS VARIABLES	57
7.2 PUNTO DE EQUILIBRIO	62
8. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO ..	63
8.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA (TIR; VPN O B/C) ..	63
8.2 ANÁLISIS DEL FLUJO DE INVERSIONES	63
8.3 ESTADO DE RESULTADOS, FLUJO NETO DE EFECTIVO	64
8.4 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	64
8.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	65
8.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA o social DEL PROYECTO	65
9. CONCLUSIONES	66
10. BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Ubicación geográfica del municipio de Quebradanegra	22
Tabla 2 Consumos históricos bimensuales	26
Tabla 3 Consumo mensual energético promedio de la zona en estudio	27
Tabla 4 Cronograma de actividades	37
Tabla 5 Angulo óptimo de instalación según el mes de un panel ubicado en latitud del municipio.....	38
Tabla 6 Porcentaje de eficiencia promedio	39
Tabla 7 Voltaje apropiado de baterías según la potencia del sistema	42
Tabla 8 Resultados de cálculos	45
Tabla 9 Costos fijos del proyecto	56
Tabla 10 Listado de paneles solares	57
Tabla 11 Selección técnica de paneles solares	58
Tabla 12 Listado de inversores	59
Tabla 13 Listado de baterías	60
Tabla 14 Selección técnica de baterías	60
Tabla 15 Listado de selección	61
Tabla 16 Análisis de sensibilidad del proyecto	65

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1 Energía generada mediante paneles solares fotovoltaicos (2010-2018)	12
Ilustración 2 Metodología del proyecto.....	15
Ilustración 3 Mapa de la ubicación del departamento de Cundinamarca y la ubicación geografía del municipio de Quebradanegra.	21
Ilustración 4 Paneles solares Centro Universitario de Tonalá - UDG	28
Ilustración 5 Controlador/ regulador de carga	29
Ilustración 6 Sistema de almacenamiento.....	30
Ilustración 7 Ejemplo inversor 3kW	31
Ilustración 8 Distribución físico-espacial del municipio	33
Ilustración 9 Zona de instalación del sistema fotovoltaico	34
Ilustración 10 Área propuesta para la instalación.....	34
Ilustración 11 Vista aérea de la zona	35
Ilustración 12 Longitud de cableado	36
Ilustración 13 Irradiancia promedio del municipio	38
Ilustración 14 Distancia mínima entre paneles.....	43
Ilustración 15 Esquema final del sistema fotovoltaico	46
Ilustración 16 Diseño panel solar con dimensiones del fabricante	50
Ilustración 17 Distancia entre paneles	50
Ilustración 18 Distribución de paneles solares recomendada.....	51
Ilustración 19 Disposición de paneles solares.....	51
Ilustración 20 Calculo VPN y FNE	64

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Potencia mínima.....	39
Ecuación 2. Potencia Real generada	40
Ecuación 3. Consumo diario máximo.....	40
Ecuación 4. Número de paneles mínimo	40
Ecuación 5. Potencia máxima generada por el sistema	40
Ecuación 6. Energía generada	41
Ecuación 7. Energía global del sistema	41
Ecuación 8. Número de inversores	41
Ecuación 9. Cantidad mínima de inversores/cargadores	41
Ecuación 10. Capacidad mínima requerida de las baterías	42
Ecuación 11. Número de bancos de baterías mínimos	42
Ecuación 12. Número mínimo de baterías	42
Ecuación 13. Distancia mínima entre paneles	43
Ecuación 14. Carga Crítica de Euler	49
Ecuación 15. Diámetro mínimo para las bases	49
Ecuación 16. Costos proyectados.....	56
Ecuación 17. Potencia nominal del arreglo de paneles solares	58
Ecuación 18. Ingresos anuales promedio	62
Ecuación 19. Retorno de la inversión	62
Ecuación 20. Valor presente neto (VPN)	63
Ecuación 21. Tasa de descuento.....	63

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo está un cambio acelerado debido al aumento de energía eléctrica al mismo tiempo se prevé una disminución de los contaminantes que provienen en su mayoría del uso de combustibles fósiles, por ello se necesita un aumento en el uso de fuentes renovables y amigables con el medio ambiente, masificándolos en varios países y regiones según sus mejores potenciales. El uso de la energía solar fotovoltaica en países cercanos a la zona ecuatorial como Colombia ayuda a enfocarse en esta alternativa que posiblemente sea una de las mejores opciones a explotar y usar masivamente en el país, con ello se podría conseguir un avance más pronunciado con mejores y más grandes avances a gran escala, con ello ayudar a implementar proyectos para volver a la energía solar como uno de los sustitutos de la energías convencionales en el país, a un corto y largo plazo sería una opción para evitar inconvenientes de demanda eléctrica nacional, debido a que el país depende del uso combustibles fósiles y de energía hidroeléctrica.

La investigación en el país y un cambio de pensamiento acerca de las diferentes formas energéticas hace que desarrollo energético se renueve conllevando a mejorar y aprovechar las formas y los recursos energéticos disponibles en el país, de acuerdo a esto se analizará la operación de sistemas solares fotovoltaicos y cada uno de los elementos que hace parte del sistema de forma directa e indirecta, para establecer la viabilidad del sistema y poder multiplicarlo a varias zonas del país para adaptar su uso a diferentes condiciones y obtener mejores resultados energéticos.

PALABRAS CLAVES

Irradiancia, solar fotovoltaica, sistemas de almacenamiento, renovable.

1. ASPECTOS BASICOS DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Analizar la viabilidad y diseñar un sistema de generación eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica para el municipio de Quebradanegra.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar el potencial energético solar y las condiciones de la zona de implementación.
- Dimensionar el sistema solar fotovoltaico respecto a los requerimientos eléctricos de la zona estudiada y sus condiciones.
- Analizar el impacto y la viabilidad económica del proyecto.

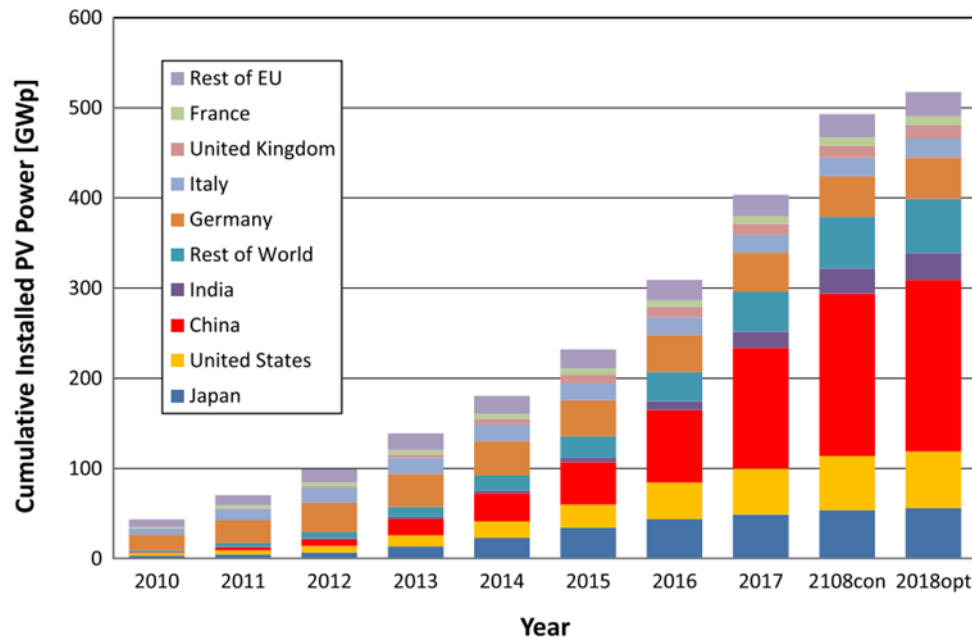
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Colombia tiene un promedio diario de irradiancia solar sobre todo el territorio de $4.5 \frac{kWh}{m^2}$, siendo la zona de la guajira $6.0 \frac{kWh}{m^2}$ la zona del país donde la radiación es la más alta, el país tiene un buen potencial en términos generales para el uso de energía solar, la zona andina tiene un promedio de $1.643 \frac{kWh}{m^2}$ anualmente, gracias a esto el uso de la energía solar fotovoltaica puede ser masificada para el uso tanto urbano e industrial, normalmente esta tecnología es usada en sistemas aislados no conectados a la red eléctrica pero aún en la actualidad hay muchos inconvenientes en su mayoría por desinformación y desconocimiento. [19]

Debido a la necesidad de suplir las necesidades básicas de una población en constante crecimiento y con una mayor demanda energética tanto mundial como nacional se ha llevado a un aumento del uso de diferentes tipos de generación eléctrica tanto de formas convencionales y no convencionales, en zonas aisladas, de difícil acceso y apartadas de las grandes ciudades, la generación eléctrica de formas convencionales se ve afectada y limitada además de ser muy costosa, en cambio la energía solar nos da una salida de forma más económica, más amigable con el medio ambiente y a un largo plazo una solución de la contaminación, con

ello buscar así reducir el uso de producción energética provenientes del uso de combustibles fósiles. [23]

Ilustración 1 Energía generada mediante paneles solares fotovoltaicos (2010-2018)



Fuente: (Snapshot of photovoltaics - February 2018)

Debido a que la zona del proyecto es apartada de las grandes zonas urbanas, la energía solar fotovoltaica sería un elemento fundamental en el desarrollo de muchos municipios y de zonas que no estén conectadas a la red eléctrica nacional o inclusive en zonas remotas o de difícil acceso, ya que al ser una zona rural y sus principales actividades económicas se basan en el cultivo de caña para producción de panela, cultivos de café, cultivos de plátano y actividad ganadera, estas actividades sugieren que además de las vivienda y el alumbrado público las posibles cargas/demandas del sistema eléctrico sean cada vez mayores y se requiera un aumento en la energía necesaria. Además en la zona en reiteradas ocasiones cuando hay presencia de rayos en el municipio estos pueden ocasionar una baja eléctrica temporal, por ello es requerido un apoyo energético adicional.

1.3 ANTECEDENTES

Los sistemas fotovoltaicos son convenientes aunque su intermitencia no los hace un sistema energético más provechoso pero es un elemento que apoyado con un sistema de almacenamiento y que complementándose con otro sistema sería una solución en los problemas energéticos debido a cortes energéticos. En 2014 se realizó el estudio de (ALVARADO FAJARDO, Andrea Catalina y CARVAJAL OSORIO, Hernán) titulado *“Diseño, simulación y análisis, de sistema solar FV para suministro eléctrico en zonas rurales”*, este estudio se analiza la relación entre el consumo estimado y el generado con la radiación solar con respecto al lugar y a la hora del día para una escuela debido a problemas de intermitencia eléctrica en Tibaná- Boyacá y esto afectaba la alimentación de los estudiantes por daño en los alimentos, se hacen comparaciones con simulaciones computarizadas mediante el programa TRNSYS, se analizan todo el sistema paneles solares, reguladores inversores, baterías y la caja de distribución. Se diseña todo para suplir las necesidades primordiales y el programa ayuda a estimar la producción generada y optimizar el sistema mejorando la capacidad de la gestión de recursos energéticos [2].

El desarrollo de sistemas de generación eléctrica provenientes de energías no convencionales renovables, especialmente provenientes de radiación solar es una forma muy importante de obtención de electricidad ampliamente usada en muchos países del mundo. En 2012 se realizó el estudio de (BADATOPE ADEJUYIGBE, Samuel, et al.) titulado *“Development of a Solar Photovoltaic Power System to Generate Electricity for Office Appliances”*, en el cual se comprende el aumento del uso de diferentes formas de generación eléctrica y de su correcta forma de instalación, con los sistemas de generación eléctrica basados en energía solar fotovoltaica se analizan y se puede demostrar que aunque tienen un elevado costo inicial su beneficio económico a largo plazo como el beneficio ambiental es una forma de generación eléctrica más conveniente en diferentes regiones alrededor del mundo, especialmente es países cercanos a la línea del Ecuador. El análisis de la variación de la radiación solar en horas diarias de oficina da un estimado del potencial del panel y definen 12 horas de generación eléctrica en Akure, Nigeria siendo de aproximadamente 334 W [4].

Las microrredes son un elemento que beneficia la generación y conversión eléctrica, además de ayudar a gestionarla los recursos óptimamente, para lugares aislados y sistemas eléctricos no conectados a la red son una alternativa viable para solventar la necesidad energética de una población. En 2017 se realizó el estudio de (GARZON HIDALGO, Juan D.; SAAVEDRA MONTES, Andrés J.) titulado *“Una metodología de diseño de micro redes para zonas no interconectadas de Colombia”*, en este estudio se analizó que la mayoría de los sistemas de generación eléctricos no conectados en Colombia son sistemas basados en uso de diésel y en mucha menor cantidad sistemas con fuentes

renovables por ello las toneladas de emisiones contaminantes producidas son realmente altas y es necesario el uso de fuentes renovables para disminuir la cantidad de contaminantes, haciendo un análisis de la ubicación geográfica más conveniente sobre las costas colombianas donde la irradiación y el clima son viables para un proyecto de energía solar fotovoltaica basado en el análisis de cargas del sistema se diseñó la el sistema fotovoltaico y el sistema eléctrico apoyado en software especializado para obtener la opción más óptima y asegurándose de la viabilidad del proyecto [14].

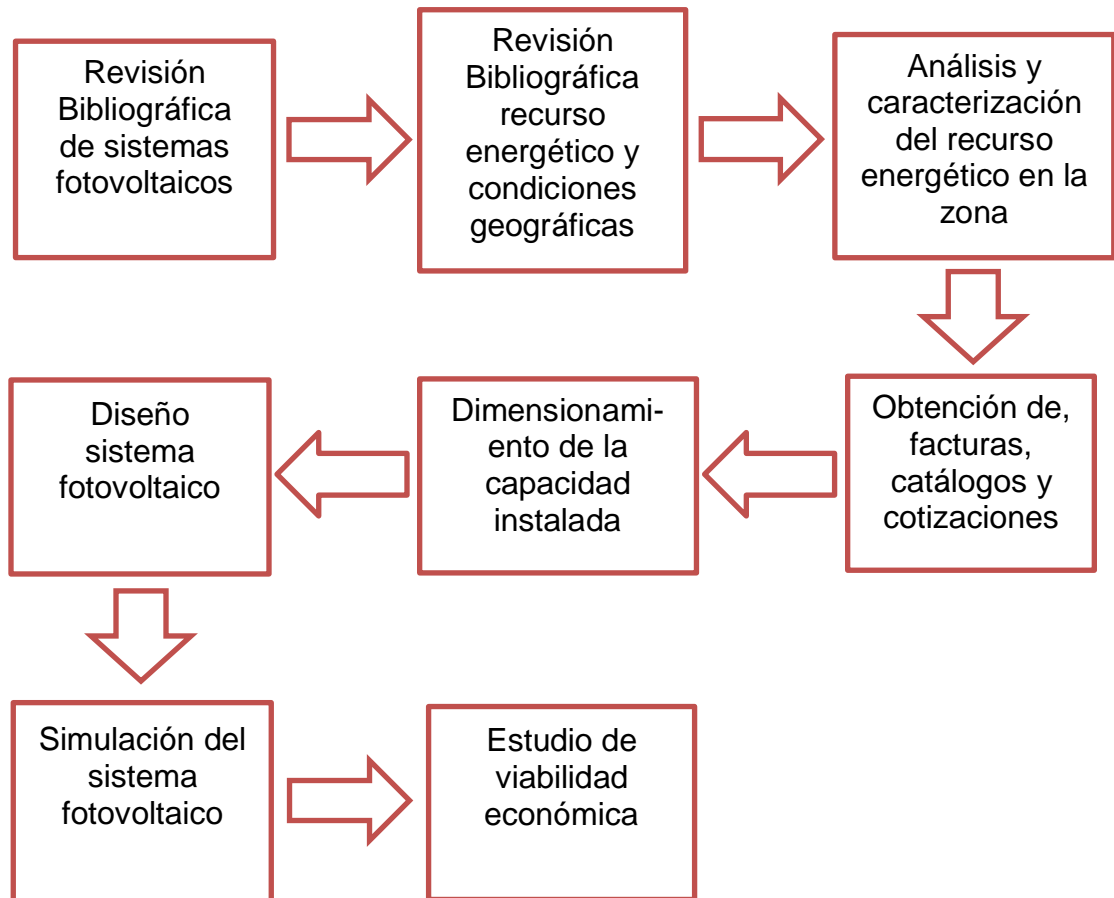
Las interconexión de la red eléctrica a redes de energías renovables es un punto de la renovación energética mejorando la calidad en la relación y adaptación de nuevos tipos de fuentes energéticas, esto ayudando a mejorar el potencial de cada país según sus fuentes energéticas para así no tener sistemas aislados dependientes sino que se involucren a la red nacional solventando la demanda energética. En 2014 se realizó el estudio de (PÉREZ, Pablo Castellot, WHITING, Kai Edwin y CARMONA A., Luis Gabriel) titulado *“Aplicación de la energía solar fotovoltaica interconectada a la red eléctrica. Caso de estudio Thierhaupten-Alemania-”*, en el cual se analiza la evolución del creciente uso de la energía solar debido a la demanda energética de Alemania, se realizó un análisis general desde la mejor ubicación según la irradiación térmica de la zona, generalidades técnicas de la instalación, dimensionamiento, diseño y simulación de los elementos de todo el sistema apoyados en software, además de una análisis económico para constatar la viabilidad del proyecto, dando un resultado de generación energética anual de 75,043 kWh con un costo unitario de 0.14 €/kWh, demostrando que el costo inicial de una instalación afectaba considerablemente la rentabilidad del proyecto, al final comparan la irradiancia de Alemania con Colombia demostrando que valores promedios Colombianos son mayores que los del país europeo por lo tanto la rentabilidad de un proyecto sería mayor en el país [24].

El análisis de sistemas fotovoltaicos alrededor del mundo, especialmente es países africanos donde la energía solar tiene una alta probabilidad de demanda a futuro, especialmente en zonas rurales donde la red no está debidamente conectada debido a que la población se encuentra dispersa dificultando el servicio eléctrico para la toda la población. En 2015 se realizó el estudio de (WANSAH, John F, et al.) titulado *“Sizing a stand-alone solar photovoltaic system for remote homes at Bakassi Peninsula”*, este estudio se enfoca en el diseño e instalación de un sistema solar fotovoltaico para una zona remota de la península de Bassaki en el golfo de Guinea donde se analizan los materiales, costos, cantidad de paneles, irradiancia solar y horas sol en el día y la potencia generada dependiente de la demanda. Esto ayudando a la reducción del uso de gasolina para la generación eléctrica ayudando a disminuir la cantidad de emisiones contaminantes que aumentan el calentamiento global, con este sistema generando 9.702 kWh por semana y supliendo las necesidades de los hogares [29].

1.4 METODOLOGÍA

La metodología del proyecto se realizara con el siguiente método resumido en la ilustración 2

Ilustración 2 Metodología del proyecto



Fuente: Autores del proyecto

- Se buscó y recopiló la información en libros, artículos científicos y tesis, mediante una revisión bibliográfica en bibliotecas y bases de datos acerca de diseño de sistemas fotovoltaicos, de redes energéticas y de energía solar.

- Se realizó una revisión bibliográfica del recurso energético solar y condiciones geográficas de la zona en estudio.
- Se analizó la información recopilada para conocer y caracterizar el recurso energético presente en la zona donde se implementaría el proyecto.
- Se buscó y recopiló información y datos de los consumos energéticos con datos históricos; catálogos y cotizaciones de paneles solares, inversores de carga, baterías, conexiones y elementos que estén incluidos en el sistema.
- Se dimensionó la capacidad del sistema basado en la irradiancia solar y en los consumos energéticos de la población.
- Se diseñó el sistema fotovoltaico mediante las condiciones analizadas y de la capacidad necesaria para satisfacer las necesidades energéticas planteadas de la zona en estudio.
- Se modeló del sistema fotovoltaico en el software CAD Solidworks®.
- Se realizó el estudio de la viabilidad económica, rentabilidad del proyecto y retorno de la inversión.

1.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos e información se han basan en una investigación cuantitativa con un análisis de observación de datos, apoyándose con un análisis de documentación y de registros estadísticos históricos encontrados en bases de datos, artículos, catálogos, libros, manuales y sitios web gubernamentales tanto locales como de otros países.

1.6 FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Atlas de radiación solar de Colombia.
- Bases de datos: Science Direct, Pro Quest y Scielo.

- Bases de datos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Bases de datos meteorológicos y climáticos de la National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- Libros relacionados con energías alternativas especializándose en energía solar fotovoltaica.

1.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO

La presente monografía se desarrolla en el ámbito de las energías renovables, especialmente enfocada en el área de conversión energética mediante energía proveniente del sol, hay demasiados factores que afectan el análisis, el estudio y el diseño de sistemas solares fotovoltaicos en el cual se analizarán en este caso propuesto. La geografía y clima del lugar, acompañado de la ubicación geográfica, la época del año, la inclinación y orientación de los paneles, son solo unos posibles factores que tengan que ser analizados para obtener resultados óptimos y confiables al momento de ejecutarlos.

Cada elemento de un sistema fotovoltaico dependerá de la eficiencia global del sistema, para evitar pérdidas tanto energéticas como económicas se debe seleccionar elementos que solventen la necesidad del problema evitando que se conviertan en un problema económico y hacer que el proyecto no sea rentable. Los paneles solares, inversores y baterías son elementos con una vida útil variable, costos y constituciones diferentes, estos se pueden encontrar en muchas variedades y es necesario analizar todas las opciones posibles para encontrar el conjunto de elementos que se acoplen óptimamente a las necesidades del proyecto.

1.8 POLÍTICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES

Para el proyecto en curso se propondrá tomar las siguientes normas para guiar el desarrollo adecuado del proceso de realización del mismo.

- LEY 697 DE 2001. Esta norma regula el uso energético racional y eficiente, se promueve el uso de energías renovables alternativas y se dan parámetros de todos los tipos de energías renovables y de estímulos y sanciones pertinentes según sea el caso [10].

- LEY 1715 DE 2014. Esta norma regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, promoviendo el uso y el desarrollo de las fuentes energéticas no convencionales especialmente las fuentes renovables, promoviendo una gestión energética eficiente tanto en la generación como en la respuesta de la demanda, además de incentivar a la inversión en el país [11].

- GTC 114, GUIA DE ESPECIFICACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA RURAL DISPERSA EN COLOMBIA. Esta norma establece algunas especificaciones y características técnicas que se tienen que tener en cuenta sistemas solares fotovoltaicos de generación energética en zonas rurales en el proceso de selección, instalación, operación y mantenimiento de Colombia [16].

- NTC 5627, COMPONENTES DE ACUMULACIÓN, CONVERSIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y ENSAYOS AMBIENTALES. Esta norma nos especifica, nos indica y nos prevé las características de los diferentes componentes de acumulación (baterías), inversores, controladores, cajas de conexiones y diferentes elementos que componen un sistema fotovoltaico, además de otros componentes complementarios usados [17].

- NTC 2959, GUÍA PARA CARACTERIZAR LAS BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS. Esta norma nos indica la metodología de selección de baterías de almacenamiento de energía en un sistema fotovoltaico, también indica procedimientos de verificación de la capacidad, la eficiencia y la vida útil de las baterías [18].

1.9 FACTORES CONDICIONANTES

1.9.1 Limitaciones de desarrollo. Según la investigación aunque hay leyes que apoyen y promuevan el uso de energías alternativas en el país, no se cumple a cabalidad casi todos los proyectos son de carácter privado, la masificación de las energías alternativas no es tan viable debido a la falta de información de la población, falta de apoyo gubernamental aunque por ley exista muchas ayudas económicas y sociales, además no hay un contar con un ente que ayude a regular el uso de energías alternativas apropiadamente. Además en un país dependiente de combustibles fósiles y de energía hidroeléctrica tiene que enfocarse en mirar hacia el futuro y adaptar nuevas formas de energías limpias y renovables, ya que los costos no son competitivos con respecto a las energías convencionales y no hay una ayuda en el desarrollo energético.

1.9.2 Irradiación solar. La dependencia energética es alta como la cantidad de energía percibida varía según la época del año, la hora del día y factores climáticos (nubes, lluvias, etc.) el proyecto se limita a unas horas del día por ello las baterías se almacena la energía y estar pueden suplir la energía eléctrica cuando se necesite especialmente en las noches.

2. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

El municipio de Quebradanegra se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca sobre el costado occidental de la cordillera oriental, a unos 113 Km al noroccidente del Distrito Capital, con una superficie total de 82.67 Km^2 , contando con una población de 4531 habitantes, con una temperatura promedio de 21°C y una altitud media de 1105 msnm. [1]

2.2 FACTORES QUE CONDICIONAN LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La distancia de la ciudad capital inicialmente sería un factor de condicionamiento de traslado de la materia prima e insumos, otro factor importante sería las condiciones climáticas en épocas de lluvia debido a que esto afectaría la luz diaria que sea percibida pero en el resto del año los días son soleados y con una irradiación media anual considerable.

2.3 MACROLOCALIZACIÓN

Las zonas en el país donde la irradiancia solar es mayor están ubicadas en las costas pacífica y atlántica, aunque hay otra zona importante del país que aunque no tenga altos niveles de irradiancia solar, debido a su población y a la necesidad de suplir necesidades básicas como lo es la energía eléctrica la demanda es mucho mayor que otras zonas del país haciendo una zona de una alta demanda energética y de un mayor uso que en otras zonas del país.

Cundinamarca es el departamento más poblado del país por eso la demanda energética es alta, por consiguiente es necesario empezar a implementar diferentes alternativas de generación de energía eléctrica de fuentes no convencionales especialmente el uso de energías renovables y amigables con el medio ambiente. Siendo este departamento uno de los mayores abastecedores de alimentos para la capital del país, ya que su economía se basa principalmente en la agricultura y el turismo, esto hace de Cundinamarca uno de los departamentos que más afluentes de extranjeros toma por sus atractivos turísticos extremos. El clima en este departamento es muy variado como en la mayoría de zonas del país en las cuales se puede tener temperaturas de 8°C hasta los 40°C en ciertas zonas del departamento, estas temperaturas son las que hacen de Cundinamarca una zona agrícola de gran potencia y de gran variedad de productos ya que en estas zonas templadas se da en buena cantidad y calidad variedad de hortalizas, frutas, en ciertas partes café. [1]

Aunque el departamento cuenta con vías de acceso de buen desarrollo, también está la otra cara de la moneda la cual deja zonas marginadas con vías en pésimo estado la cual hace difícil el transporte tanto de los habitantes como de los transportes públicos y privados que se encargan de sacar los productos que se producen en el departamento y en las veredas las cuales es el único sustento de la comunidad que en su mayoría son campesinos que aunque con poco estudio y desarrollos tecnológicos se basan en su experiencia para sacar sus territorios adelante.

Ilustración 3 Mapa de la ubicación del departamento de Cundinamarca y la ubicación geográfica del municipio de Quebradanegra.



Fuente: (Nuestro municipio)

2.4 MICROLOCALIZACIÓN

El municipio de Quebradanegra es una zona rural distante de las grandes ciudades, es una zona cercana a montañas con cierto desnivel de altitud, es una zona agrícola en su mayoría donde la población es en su mayoría rural.

Dentro de las características que pueden dar pie a nuestro desarrollo, podemos tener en cuenta que el municipio no cuenta con vías de acceso apropiadas con el desarrollo de las vías de municipios vecinos, dentro de estos los más importantes y que poseen la mayor cercanía son los municipios de Utica, Tobia, Nimaima, Nocaima, Villeta, entre las más grandes e importantes que cuentan con vías de acceso de primera y segunda generación; el municipio cuenta dentro de su

población con un gran número de personas de la tercera edad, que al ser una comunidad marginada cuenta con necesidades varias que deben ser garantizadas por la alcaldía como lo son los servicios de primera necesidad como lo son el agua, la luz, y algún modo de generar el fuego para la preparación de sus alimentos, en cuanto a lo que refiere al abastecimiento de la energía eléctrica, esta llega de un centro de abastecimiento que está en un municipio cercano (La Magdalena), este centro abastece a los municipios de Utiaca, Quebradanegra y la Magdalena; por ser un centro pequeño de abastecimiento y estos tres pueblos son de poblaciones grandes y de consumos de cierto modo elevados, tiende a quedar un poco corta y esto conlleva a que en varias ocasiones por cuestiones de lluvias, daños en la red o en los canales de distribución ya sean por derrumbes caídas de árboles o cualquier otra obstrucción afectan al servicio de energía eléctrica dejando el pueblo sin ninguna clase de energía de respaldo y esto también siendo causal de daños en electrodomésticos por los cambios e intermitencias en el servicio y subidas repentinas de la corriente.[1]

Tabla 1 Ubicación geográfica del municipio de Quebradanegra

LATITUD	LONGITUD
5°07'04"N	74°28'45"O

Fuente: (Nuestro municipio)

3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DEL PROYECTO

3.1 GENERALIDADES

El enfoque de la propuesta no afectaría el 100% de la población del municipio, ya que se propone un sistema fotovoltaico inicial que sería como una propuesta para observar el comportamiento del sistema en la zona y para que la población tenga mayor conocimiento del tema y se familiarice con estos sistemas, el sistema que conformaría inicialmente algunas casas cercanas a una parte del pueblo, para en un futuro si es posible expandirlo a todo el municipio y otras zonas aledañas. Se ha estimado realizar la propuesta con las casas más cercanas a la zona de instalación solar en este caso 8 casas, al ser un municipio pequeño es necesario no acaparar muchos sitios cercanos a la zona central del pueblo donde se ubica la alcaldía y la plaza principal por que aumentaría el consumo energético y este proyecto pretende ser una proyecto de baja escala, por eso se aprovecha un poco que la zona sea un poco a las afueras del pueblo donde sería la instalación.

3.1.1 FACTORES DETERMINANTES DEL TAMAÑO

Para poder determinar el tamaño adecuado del proyecto debemos tener en cuenta varios aspectos importantes que pueden afectar la eficiencia. Uno de los principales factores es la ubicación del proyecto ya que se debe tener un terreno con varias características como:

- La extensión debe ser lo suficientemente grande para ubicar todos los paneles en la dirección y posición adecuada para sacar el mayor provecho de ellos y tener una eficiencia adecuada para el abastecimiento de la red que queremos alimentar.
- Se debe tener en cuenta también que el terreno se encuentre lo más despejada de árboles u objetos que puedan interferir o generar sombra, ya que esto puede afectar en la eficiencia de los paneles y por consiguiente la potencia entregada no sería la óptima para el proceso de alimentación de la red eléctrica.

Otro factor importante a tener en cuenta es el transporte de los paneles hasta la ubicación del proyecto, no tanto dentro del pueblo si no las vías de acceso desde la vía principal hasta el pueblo en sí. Por otro lado, debemos considerar el lugar donde se van a adquirir los paneles ya que va a diferir tanto costo de compra, envío y transporte si se adquiere en el mercado nacional o se traen de manera importada ya que esto es un coste diferente en cada uno de los escenarios.

3.2 DEFINICIÓN DEL TAMAÑO

El tamaño de nuestro proyecto se enfoca en el abastecimiento de electricidad para una fracción de las casas que se encuentran ubicadas en el centro del pueblo ya que estas son las de más constante consumo y que de alguna u otra manera son las de mayor consumo, aunque dejamos de lado un poco la parte rural, esto lo hacemos es porque las fallas más constantes de electricidad se presentan en esta zona del centro del pueblo, ya que cuando la luz se va en el centro en las zonas rurales se mantiene sin ninguna baja ni afectación directa.

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

El estudio de la ingeniería de un proyecto nos ayuda a orientar el proceso de producción del proyecto desde las especificaciones hasta la puesta a punta del proyecto, enfocándose en las variables, factores y los parámetros óptimos para obtener una buena planificación de diseño para tener éxito en un proyecto. En este estudio se realizará la caracterización y el modelamiento de un sistema fotovoltaico basándose en el consumo de la zona de estudio dependiente de las condiciones promedio del entorno que afectan al sistema. [5][9][28]

4.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

El producto o el equipo necesario para la propuesta del proyecto de utilización de energías renovables en el municipio de Quebradanegra, hace referencia a un equipo solar fotovoltaico para la generación eléctrica, los fotones provenientes del sol tienen una energía y esta es captada por los paneles solares fotovoltaicos, mediante efecto fotoeléctrico que consiste en la emisión de electrones por materiales semiconductores para generar una corriente de electrones para así obtener energía eléctrica, esta energía puede usarse de manera directa en equipos de corriente directa o bien almacenarla en sistemas de almacenamiento comúnmente baterías para luego usarla. Cuando la generación eléctrica es alta y estos sistemas están conectados a la red local o nacional de electricidad, esta puede además de suplir una necesidad energética a una población puede generar beneficios al inyectar electricidad a la misma red eléctrica, así creando beneficios económicos, convirtiéndose en productores energéticos.

Una huerta solar es una central de generación eléctrica fotovoltaica, es una agrupación de paneles solares ubicados en hileras, inclinados normalmente a la latitud donde están instalados mirando hacia la línea del Ecuador (Latitud 0°), aunque hay sistemas que pueden modificar la inclinación del panel de acuerdo a la posición del sol para obtener mayor energía, son más costosos y requieren mayor mantenimiento. Una huerta solar permite suplir una demanda energética de una población grande o pequeña, y aunque se pueden instalar en cualquier lugar del planeta, entre mayor distancia a la línea del Ecuador es menor la cantidad de energía percibida, normalmente estos son usados en lugares apartados o en zonas donde la irradiación solar es mayor para así obtener mejores resultados y mayor producción energética. Estas huertas solares dependen de la posición geográfica en donde serán instaladas, en la disposición del terreno donde se instalarían y de la facilidad para importar o producir paneles solares para obtener la potencia necesaria, son elementos que ayudan a reducir la contaminación debido a que no producen muchos agentes contaminantes como lo pueden ser la producción con combustibles fósiles en centrales térmicas.

4.1.1 Consumo energético requerido del proyecto

En la Tabla 2 se resumen los consumos de las 8 casas en estudio, se analiza el consumo historico y se obtiene un valor global mostrado en la Tabla 3, datos tomados del anexo 3 y se evalua un sistema fotovoltaico que sustente un 50% aproximado del consumo promedio anual historico con un valor apoximado de 10.19 MWh y un consumo promedio diario de 27.919 kWh, con ello se quiere mejorar la calidad de suministro energetico y ademas reduciendo la dependencia energetica de la empresa de electricidad.

Se puede observar en la tabla 2 los 8 casos de estudio en la zona de instalación del sistema fotovoltaico, estos casos son 5 viviendas familiares, 1 ancianato y 2 casas del gobierno municipal, obteniendo un consumo energetico promedio bimensual de la zona de estudio de los casos entre los años 2017 y 2018. El costo de cada casa varia de acuerdo al consumo propio ya que en algunos casos hay subsidios para el consumo minimo y esto hace que los precios locales no sean los mismos y varien entre ellos.

Tabla 2 Consumos históricos bimensuales

CONSUMO MENSUAL [kW]	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8
OCTUBRE	75	290	-	644	433	536	178	251
DICIEMBRE	1	274	-	622	371	530	183	222
FEBRERO	105	270	1340	727	576	578	200	266
ABRIL	132	293	387	692	359	503	167	285
JUNIO	152	359	372	720	360	471	166	271
AGOSTO	122	341	374	774	596	491	163	265
OCTUBRE	138	329	334	747	378	525	186	257
COSTO ENERGETICO [\$ /kW]	476.83	513.04	476.83	513.04	476.83	513.04	513.04	503.33

Fuente: Autores del proyecto ¹

¹ Datos obtenidos de facturas de energía de la empresa “CODENSA”

Tabla 3 Consumo mensual energético promedio de la zona en estudio

CONSUMO MENSUAL	Consumo (kWh)	Días	Consumo diario promedio (kWh/día)
OCTUBRE	2407	61	39.46
DICIEMBRE	2203	62	35.53
FEBRERO	4062	59	68.85
ABRIL	2818	61	46.2
JUNIO	2871	61	47.07
AGOSTO	3126	61	51.25
OCTUBRE	2894	61	47.44
CONSUMO ANUAL ESTIMADO	20381	365	55.84
CONSUMO ANUAL OBJETIVO	10190.5	365	27.92
POTENCIA INSTANTANEA MÁX	7		
COSTO PROMEDIO [\$/kW]	\$498.25		

Fuente: Autores del proyecto

4.2 ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

Los sistemas basados en energía solar fotovoltaica aprovechan la radiación solar para convertirla en energía eléctrica, los componentes de los sistemas normalmente son:

4.2.1 Paneles/celdas solares. Son dispositivos que permiten el aprovechamiento de los rayos solares convirtiéndolos en energía, estos módulos pueden tomar estos rayos y usarlos como energía térmica o fotovoltaica, de forma más específica lo paneles que se emplean para la generación de corriente eléctrica poseen celdas o también llamadas células que aprovechan el efecto fotovoltaico el cual hace que fluya la corriente eléctrica entre dos capas cargadas en direcciones opuestas, estas celdas están construidas con silicio o arseniuro de galio, para sacar el mayor aprovechamiento de la celdas que componen los paneles estos deben de estar en contacto directo con el sol, la energía producida puede llegar a ser aprovechada para mover automóviles, cocinar alimentos o hasta poder llegar a iluminar ambientes. Estos se encuentran de tres tipos: monocristalino, policristalino y amorfo.

Ilustración 4 Paneles solares Centro Universitario de Tonalá - UDG



Fuente: Autores del proyecto

4.2.2 Reguladores de carga. Estos dispositivos se encargan de controlar la cantidad de energía que fluye entre las baterías y los módulos fotovoltaicos, existen dos diferentes tipos de reguladores el PWN y el MPPT, si hablamos del modo PWN estos trabajan de acuerdo a las tensiones que manejen las baterías a las cuales se encuentre conectada, esto puede acarrear pérdidas de energía importantes, esto pasa por que al momento en que la batería llega a su tensión máxima permitida este regulador empieza a no dejar que el módulo o panel solar entre en contacto con la batería, esto para evitar una sobrecarga, y esta obstrucción del contacto es el que genera una declinación del rendimiento energético, a pesar de estas negativas, sus mayores ventajas son su bajo precio y su transporte ya que cuenta con un peso apropiado para su manipulación.

Por otro lado, los reguladores MPPT trabajan con las tensiones variables que se puedan presentar a lo largo del día, esto con el fin de extraer la máxima potencia o poder almacenarla dentro de las baterías para y de esta manera poder evitar descargas o sobrecargas, estos reguladores tiene como particularidad la inclusión de un controlador del punto máximo de potencia y un transformador el cual convierte la corriente continua de alta tensión a una corriente continua de más baja tensión para la carga de las baterías.

Ilustración 5 Controlador/ regulador de carga



Fuente: Anexo 5

4.2.3 Sistema de almacenamiento. Son un conjunto de celdas electroquímicas las cuales se encargan de transformar la energía química almacenada en energía eléctrica, estas celdas cuentan dos electrodos uno de ellos positivo y el otro negativo, cuentan con un componente llamado electrolito el cual es el que permite que los iones se muevan libremente a través de él entre los electrodos, esto con el fin de que la corriente fluya fuera de la batería para que esta lleve su función a cabo.

Estos sistemas de almacenamiento entran en funcionamiento cuando la energía que es recibida por los paneles solares fotovoltaicos excede la energía requerida para el consumo, lo cual hace que estos sistemas sean importantes para que esta energía no sea desechada y en cambio pueda ser aprovechada en las noches que es cuando la presencia de sol es nula y la iluminación por consecuencia es baja, esto hace que la energía acumulada durante el día la batería la suministre en forma de energía eléctrica para sus diferentes usos.

Ilustración 6 Sistema de almacenamiento



Fuente: Anexo 5

4.2.4 Inversores. Estos equipos son los encargados de transformar la energía fotovoltaica producida por los paneles solares los cuales proporcionan la energía en forma de corriente continua, esta pasa por los inversores dando así la corriente alterna, esta corriente es la que podemos utilizar en los diferentes ambientes y usos diarios a niveles normales de operación. Aunque hay varios tipos de inversores todos cumplen la misma función con ciertas diferencias. Principalmente son:

- Los Inversores String son principalmente utilizados en sistemas pequeños de producción energética, esto ya que los paneles que se encuentran acoplados deben estar en serie con este inversor lo cual no produce efectos negativos para nuestro sistema como lo es “el cuello de botella”, este consiste en que si algún panel está obstruido o dañado todo el sistema y la energía que entrega nuestro sistema se reducirá al panel que entregue la menor cantidad de energía así los demás se encuentren en óptimas condiciones, por el contrario algunos de sus beneficios es la manipulación, los lugares donde se ubican no tienen que tener condiciones especiales de temperatura o humedad como otros inversores y por supuesto el costo es de los más bajos del mercado.

- Los Microinversores son más eficientes que los inversores String ya que son considerados inversores distribuidos, esto quiere decir que si uno o varios paneles del sistema se encuentra en malas condiciones, el sistema seguirá funcionando con la mayor cantidad de energía evitando así el efecto “cuello de botella”, que se presentaba en los inversores String, estos inversores también nos permiten que los paneles que presenten dificultades o fallas sean identificados con mayor facilidad; a pesar de todas estas mejoras en comparación al anterior inversor también tiene algunos aspectos que no lo favorecen, tal como lo pueden ser su precio, ya que pueden llegar a ser mucho más costosos que los Sterling, su mantenimiento también puede llegar a ser un inconveniente ya que estos inversores tienen que ser instalados en cubierta y esto aumenta sus posibilidades de falla, aunque estos inversores son mejores que los Sterling, cabe resaltar que su aplicación más favorable aún se limita a instalaciones de hogares o recintos pequeños que puedan tener algún obstáculo.

Ilustración 7 Ejemplo inversor 3kW



Fuente: Anexo 5

4.3 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo para este proyecto en la fase de diseño comienza en saber la necesidad del cliente en este caso de la población del municipio si solo desean el diseño técnico se requerirá conocer la necesidad prioritaria, las posibilidades económicas y la idea general del proyecto, se sigue con la definición de la disposición de los elementos, su diseño y su dimensionamiento de acuerdo a la necesidad; luego se diseñaría el sistema fotovoltaico con las necesidades técnicas para posteriormente diseñarlo en un software CAD y hacer un bosquejo de cómo quedaría el proyecto. Por último se hace un estudio de materia prima e insumos para obtener cotizaciones y conocer los costos generales del proyecto.

4.4 DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

El programa de producción no se aplicará, ya que este proyecto se propone para cumplir las necesidades de una zona en estudio muy específica y aunque el proyecto se puede generalizar en otras zonas del país; este proyecto es muy puntual debido a las condiciones mostradas, ya que las mismas difieren de otras zonas inclusive en la misma zona geografía (irradiancia, brillo solar, consumos locales, etc.).

4.5 DEFINICIÓN DEL PERSONAL REQUERIDO POR EL PROYECTO

Para poder cumplir los objetivos del proyecto del sistema fotovoltaico se requiere el siguiente personal:

- Ingeniero mecánico con énfasis en energías alternativas para el diseño general del sistema fotovoltaico.
- Ingeniero con énfasis en gerencia de proyectos.
- Diseñador técnico / tecnológico con énfasis en diseño industrial.
- Auxiliar mecánico industrial para procesos de construcción, fabricación y montaje.

- Auxiliar eléctrico para procesos de instalación y verificación de conexiones, aislamientos y sistemas de protección eléctrica.

4.6 DISTRIBUCIÓN FÍSICO-ESPACIAL DE LA PLANTA

La distribución físico-espacial de la zona en estudio se ve en más detalle en la ilustración 8 donde se ve el municipio y en la ilustración 9 se observa la zona donde será instalado los paneles fotovoltaicos.

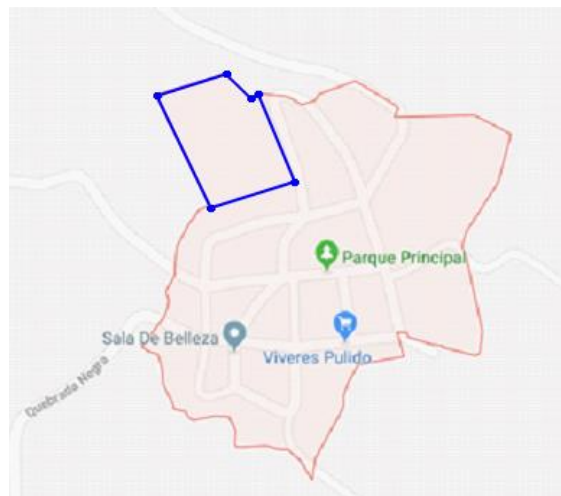
Ilustración 8 Distribución físico-espacial del municipio



Fuente: Google Maps²

² Fuente: <https://www.google.com.co/maps/place/Quebradanegra,+Cundinamarca/@5.1177215,-74.4814331,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e40915f7c2404a1:0x930e3de37b30c1c4!8m2!3d5.117721!4d-74.479244>

Ilustración 9 Zona de instalación del sistema fotovoltaico



Fuente: Google maps³

La ilustración 10 nos indica el estado del área para la instalación del sistema fotovoltaico, al ser un área nivelada, en desuso aun siendo terrenos de la alcaldía municipal y además sin muchos obstáculos o construcciones en los alrededores con ello evitando las pérdidas de energía solar causadas por sombras.

Ilustración 10 Área propuesta para la instalación



Fuente: Autores del proyecto

³ Fuente: <https://www.google.com.co/maps/place/Quebradanegra,+Cundinamarca/@5.1177215,-74.4814331,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e40915f7c2404a1:0x930e3de37b30c1c4!8m2!3d5.117721!4d-74.479244>

La obra de adecuación propuesta que se usaría en la zona de instalación es la instalación de soportes de cemento prefabricados que se usaran como base y apoyo de los paneles solares, al poseer un terreno regular y nivelado no se requerirá alguna pavimentación o nivelación del terreno. En la ilustración 11 se observa una vista aérea de la zona aproximada donde quedan localizadas las 8 casas.

Ilustración 11 Vista aérea de la zona



Fuente: Autores del proyecto⁴

4.6.1 Distribución eléctrica

La disposición de la distribución eléctrica es un factor importante ya que la vida útil de una instalación solar se estima entre 20 y 25 años dependiente del cuidado y de la fabricación de los elementos del sistema. Los tipos de cables usados en una instalación fotovoltaica deben estar en la capacidad de soportar fuertes climas, variación de temperatura, humedad y radiación ultravioleta por eso se recomienda el uso de cables de alta calidad que permita y asegure el óptimo transporte de electricidad.

En la ilustración 12 se puede observar la distribución eléctrica con las distancias mínimas necesarias para la transferencia energética hacia las 8 casas desde la instalación solar fotovoltaica, la distancia mínima observada de 341.4 m es un dato variable ya que el dimensionamiento se realizó y se analizó mediante Google Maps por ello los datos puede variar con los obtenidos al tomar mediciones en el

⁴ Foto tomada de Fuente: Drone Trips. (2019, Enero 30). Quebradanegra Cundinamarca desde un Drone [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pDb4QmTDEM8>

lugar de instalación. Se da un 20% de variación para asegurar la longitud del cableado para alcanzar aproximadamente los 410m.

Ilustración 12 Longitud de cableado



Fuente: Autores del proyecto basado en Google maps

4.7 MANEJO DE RESIDUOS Y ELEMENTOS CONTAMINANTES

Al ser un sistema que funciona con energía solar, durante su vida útil los residuos son mínimos debido a que no genera residuos ni contaminantes ya que no usa ningún tipo de combustible fósil, además su bajo mantenimiento tampoco genera elementos contaminantes debido a que no hay piezas móviles. Cuando se acaba su vida útil normalmente de 25 años⁵ se puede recuperar metales, vidrio y plásticos para reutilizarlos en otras actividades, los demás elementos que no sean reciclables serán recogidos por la empresa de recolección de basuras del municipio.

4.8 CUANTIFICACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Se necesitan dos obras de infraestructura para la instalación del sistema fotovoltaico, la primera es un levantamiento de una estructura en cemento para asegurar que la inclinación de los paneles es la ideal para la puesta a punto del

⁵ Anexo 6 Manual Paneles solares.

proyecto y evitar el contacto de los paneles con el suelo; la segunda es una zona seca para almacenar las baterías y los elementos de conversión energética.

4.9 CRONOGRAMA DEL PROYECTO.

Tabla 4 Cronograma de actividades

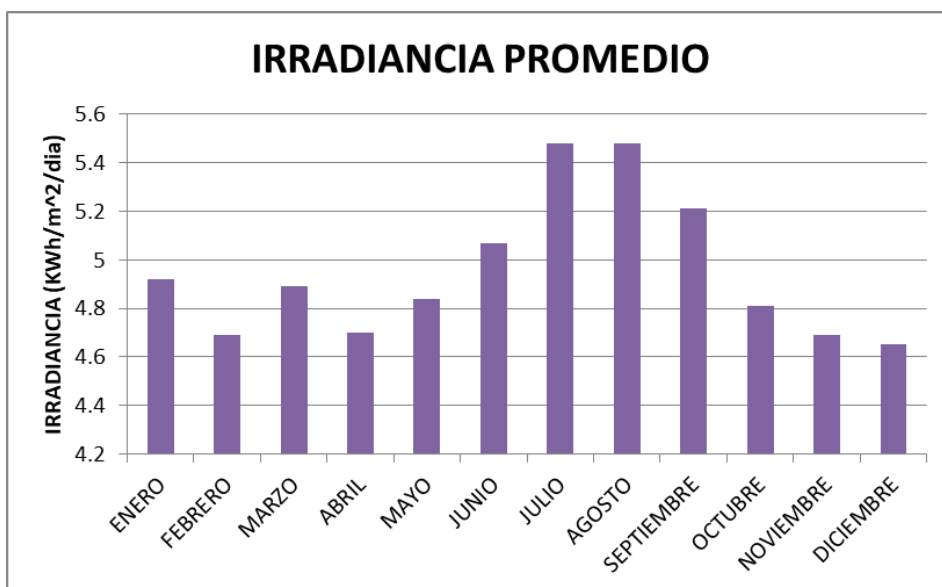
AÑO		2018 - II															
MES		Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
ACTIVIDAD /SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Revisión bibliográfica sobre el diseño de sistemas fotovoltaicos.																
2	Revisión bibliográfica del recurso energético y condiciones geográficas de la zona en estudio.																
3	Caracterizar el recurso energético de la zona y analizar los datos obtenidos.																
4	Obtención de facturas, consumos históricos, catálogos, manuales y cotizaciones																
5	Dimensionar la capacidad del sistema basado en la irradiancia solar y en los consumos energéticos de la población.																
6	Diseñar el sistema fotovoltaico basado en las condiciones y requerimientos.																
7	Modelar del sistema fotovoltaico en el software CAD Solidworks®.																
8	Analizar el estudio de la viabilidad económica, rentabilidad del proyecto y retorno de la inversión.																

Fuente: Autores del proyecto

4.10 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL APLICATIVO.

4.10.1 Datos climatológicos y meteorológicos de la zona de estudio. En la ilustración 13 se puede observar la irradiancia promedio diaria mensual con un ángulo de inclinación de 5° hacia el sur en el municipio de Quebradanegra, Cundinamarca entre enero de 1984 y diciembre de 2013. [19][23]

Ilustración 13 Irradiancia promedio del municipio



Fuente: (POWER Data access Viewer)

Debido a los movimientos de rotación y traslación de la tierra el ángulo de incidencia de la radiación solar varía de acuerdo a la época del año y la ubicación geográfica, esto nos indica que el ángulo de inclinación del panel varía de acuerdo a la época del año, aunque en las zonas cercanas a la línea del Ecuador (latitud 0°) se pueden utilizar paneles fijos sin variación en el ángulo de inclinación ya que con respecto a países con estaciones esta variación no afecta tanto la cantidad de radiación percibida.

Tabla 5 Ángulo óptimo de instalación según el mes de un panel ubicado en latitud del municipio

Mes	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Angulo (°)	28	18	7	-5	-12	-17	-16	-9	2	14	25	30

Fuente: (POWER Data access Viewer)

Aunque existe una variación entre la inclinación del panel para aprovechar la máxima radiación según la época del año, en el diseño del sistema fotovoltaico propuesto se usó un ángulo con respecto a la inclinación dada por la latitud de la posición geográfica, que en este caso de estudio la latitud es aproximadamente 5° N con los paneles orientados con dirección hacia el sur donde está la línea del Ecuador; la latitud nos indica un ángulo óptimo de inclinación donde podemos obtener un promedio de irradiación anual mayor. Esta configuración se debe a que como es un sistema fijo cuasi horizontal sin movimientos de rotación según la posición del sol, este sistema no se propuso debido a que son más costosos y requieren un mayor mantenimiento; además el sistema es fijo inclinado porque en época de lluvia si se instala a una inclinación de 0° no se podría evacuar el agua lluvia, creando y posibles daños en los equipos. Obteniendo en esta zona con un ángulo de 5° un mínimo de 4.65 kWh/m²/día en diciembre y un máximo de 5.48 kWh/m²/día en los meses de julio y agosto; con un promedio anual de 4.95 kWh/m²/día.

4.10.2 Ecuaciones para el diseño del sistema solar fotovoltaico [9][26][28]

Las pérdidas de una instalación de un sistema solar fotovoltaico se calculan en base a la eficiencia promedio de cada elemento que está en todo el conjunto, las pérdidas se dan en su mayoría a pérdidas ocasionadas por generación de calor de los equipos, los valores promedio de cada elemento se pueden encontrar en la tabla 6. Con la ecuación (1) se calcula el consumo diario máximo que se da el día promedio donde la carga es la mayor en el año, el día donde la carga es mayor dependerá de la época del año, aumentando en épocas frías y calientes donde se usan elementos para contrarrestar el frío y calor respectivamente, aumentando la carga del sistema además las eficiencias afectan directamente al cálculo promedio incrementando la energía usada.

Tabla 6 Porcentaje de eficiencia promedio

Elemento del sistema	Eficiencia promedio
Inversor	90%
Carga y descarga de baterías	85%
Cableado	99%

Fuente: (Instalaciones solares fotovoltaicas)

$$E_{dia-m\acute{a}x} = \frac{\text{Consumo diario objetivo}}{\eta_{inversor} * \eta_{bateria} * \eta_{cableado}} \quad (1)$$

En el cálculo de la potencia mínima mostrada en la ecuación (2) generada por los paneles solares relaciona la demanda diario máximo ($E_{dia-MAX}$) del lugar donde se quiere analizar la implementación con la irradiancia estándar⁶ (G_{cem}) y la irradiancia local ($G_{dm}(\alpha, \beta)$) que es dependiente de la longitud y la latitud el lugar donde se instalaran los paneles, además de contar con un análisis histórico para conocer el comportamiento solar en la zona.

$$P_{min} = \frac{E_{dia-MAX} G_{cem}}{G_{dm}(\alpha, \beta) PR} \quad (2)$$

$$\begin{array}{ll} PR = 0.6 & \text{En sistemas con inversor y bateria [Rendimiento energético]} \\ PR = 0.7 & \text{En sistemas con inversor [Rendimiento energético]} \end{array}$$

La potencia real generada calculada en la ecuación (3) es aproximadamente un 20% mayor a la potencia mínima aunque en la mayoría de casos hay perdidas sean por factores climáticos como nubosidades o factores externos como presencia de polvo en el panel solar.

$$P_{real} = 1.2 P_{min} \quad (3)$$

El número de paneles mínimo ($N_{paneles\ min}$) son calculados en la ecuación (4) nos permite alcanzar la generación de potencia mínima requerida por el sistema, dependiente de la potencia máxima generada por el panel ($P_{pico\ panel}$), que a su vez dependerá del tipo de panel usado en el sistema, del diseño y estructura interna del panel y de su eficiencia. Al conocer el número de paneles mínimo que debe ser un número entero se debe volver a recalcular la potencia máxima generada por el sistema fotovoltaico mostrada en la ecuación (5).

$$N_{paneles\ min} = \frac{P_{min}}{P_{pico\ panel}} \quad (4)$$

$$P_{m\acute{a}x\ sistema} = P_{pico\ panel} * N_{paneles} \quad (5)$$

La energía generada mínima ($E_{generada}$) por el huerto solar dimensionado depende no solo de la cantidad de paneles y de su potencia máxima sino de la cantidad de horas diarias de sol en las cuales la generación eléctrica será mayor en el aumento de las horas sol que dependerán de las condiciones climáticas,

⁶ $G_{cem} = \frac{1kW}{m^2}$ (Instalaciones solares fotovoltaicas)

para el municipio de Quebradanegra se toma un valor de 3.4⁷ horas sol promedio, zona geográfica y de la época del año, podemos calcular la energía generada por el huerto solar mediante la ecuación (6).

$$E_{generada} = P_{\text{máx sistema}} * \text{horas sol} \quad (6)$$

La energía global del sistema en la ecuación (7) esta es la diferencia entre la energía generada por el huerto solar ($E_{generada}$) y la el consumo de energía máximo.

$$E_{global} = E_{generada} - E_{\text{dia-máx}} \quad (7)$$

La ecuación (8) define el número de inversores ($N_{\text{Inversores}}$) óptimos para el sistema, estos se conectan directamente con los paneles solares y los inversores nos ayudaran al dimensionamiento del huerto solar, el número de inversores depende de la potencia máxima en la cual el sistema puede trabajar y de la capacidad de potencia máxima del inversor cuando la carga es corriente directa ($P_{\text{máx DC}}$), además la cantidad de inversores definirá como es la distribución de cantidad de paneles solares.

$$N_{\text{Inversores}} = \frac{P_{\text{máx sistema}}}{P_{\text{máx DC}}} \quad (8)$$

Los inversores/cargadores se conectan a las baterías, su uso especialmente en las noches y cuando las condiciones climáticas no permiten la recepción de energía solar y por consiguiente no se obtiene la energía eléctrica normal usando las baterías, la potencia máxima instantánea ($P_{\text{máx inst}}$) y la capacidad del inversor ($P_{\text{nom inversor}}$) nos indica cual es la cantidad mínima de inversores/cargadores ($N_{\text{Inversores/cargadores}}$) dada en la ecuación (9).

$$N_{\text{Inversores/cargadores}} = \frac{P_{\text{máx inst}}}{P_{\text{nom inversor}}} \quad (9)$$

La ecuación (10) nos ayuda a calcular la capacidad mínima requerida de las baterías ($C_{\text{min Bateria}}$) en el día promedio donde el consumo es máximo, este depende la energía usada en el día donde la carga posiblemente sea la máxima durante el año, los días de autonomía (en inglés Days of autonomy, DOA) es la

⁷ Fuente: CAR en línea en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac68df4871ad.pdf>

cantidad de días que se tiene el consumo energético máximo en el año, depende también de la profundidad de descarga (DOD) de la batería, este es el grado de agotamiento de una batería, entre mayor DOD tenga una batería tendrá mejores ciclos de vida de la batería y del voltaje de operación de carga (V_{carga}).

$$C_{min_{Bateria}} = \frac{E_{dia-m\acute{a}x} * DOA}{DOD * V_{carga}} \quad (10)$$

Tabla 7 Voltaje apropiado de baterías según la potencia del sistema

Referencia de elección de voltaje para las baterías	
Potencia < 800 Wp	12v
800 Wp < Potencia < 1600 Wp	24v
1600 Wp < Potencia < 3200 Wp	48v
3200 Wp < Potencia < 6400 Wp	>48v

Fuente: (Instalaciones solares fotovoltaicas)

El número mínimo de baterías ($N_{baterias}$) es calculados en la ecuación (11) y ecuación (12) nos permite alcanzar el óptimo almacenamiento de la energía generada en el huerto solar, aunque depende de la capacidad de la batería ($C_{Bateria}$), hay otros factores que afectan su selección estos son los ciclos de vida, la eficiencia y de los días de autonomía para evitar quedarse sin suministro energético cuando las condiciones ambientales no son las más apropiadas, ya que al seleccionar las baterías según su voltaje nominal de 12v, 24v o 48v estas se tienen que instalar en serie o paralelo, para eso se calcula previamente el número de bancos de baterías mínimos ($N_{Banco\ de\ Baterias}$) para tener una red de baterías distribuidas correctamente y así calcular el número de baterías mínimo para satisfacer la necesidad del sistema, el arreglo de las baterías también depende de la cantidad de inversores/conversores del sistema.

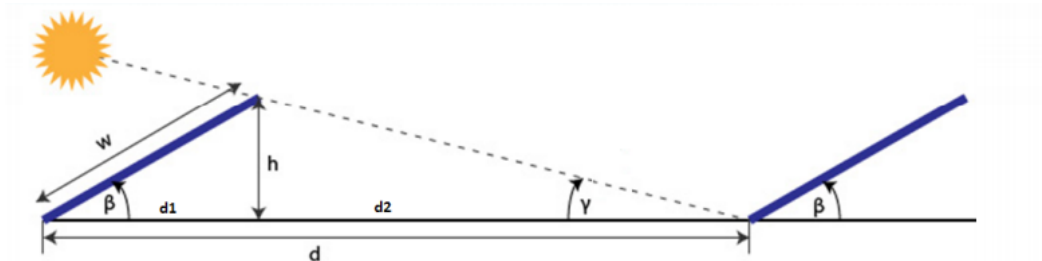
$$N_{Banco\ de\ Baterias} = \frac{C_{min_{Bateria}}}{C_{Bateria}} \quad (11)$$

$$N_{Baterias} = N_{Banco\ de\ Baterias} * \frac{V_{carga}}{V_{bateria}} \quad (12)$$

La distancia mínima entre paneles (d) para su correcta instalación y evitar sombras se da por la ecuación (13) por datos geográficos de la tabla 1. La distancia del panel horizontalmente ($d1$) y distancia menor entre paneles ($d2$) son las variables. Los factores inclinación de la tierra en día de menor Angulo (φ) es

de 23,5° y la latitud (L) son los factores geográficos que afectan el sistema. Siendo w el alto del panel solar.

Ilustración 14 Distancia mínima entre paneles



Fuente: (microrredes eléctricas basadas en energías renovables.)

$$d = d1 + d2 = \cos\beta * w + \frac{h}{\tan\gamma} \quad (13)$$

$$h = \tan\beta * d1$$

$$\gamma = 90^\circ - \varphi - L$$

4.10.3 Resultados de dimensionamiento del sistema

$$E_{dia-max} = \frac{27.92 \text{ kWh/dia}}{0.9 * 0.85 * 0.99} = 36.86 \text{ kWh/dia} \quad (1)$$

$$P_{min} = \frac{36.864 \text{ kWh/dia} * 1\text{kW/m}^2}{4.95 \text{ kWh/m}^2/\text{día}^8 * 0.6} = 12.41 \text{ kWp} \quad (2)$$

$$P_{real} = 1.2 * 12.41 \text{ kWp} = 14.89 \text{ kWp} \quad (3)$$

$$N_{paneles \min} = \frac{12.41 \text{ kWp}}{0.330 \text{ kWp/panel}} = 37.61 \text{ Paneles} \approx 38 \text{ paneles} \quad (4)$$

$$P_{\text{máx sistema}} = 0.330 \text{ kWp/panel} * 38 \text{ paneles} = 12.54 \text{ kW} \quad (5)$$

⁸ La irradiancia promedio histórica diaria en la zona es de 4.95 kWh/m².

$$E_{generada} = 12.54 \text{ kW} * 3.4 \text{ h} = 42.64 \text{ kWh} \quad (6)$$

$$E_{global} = 42.64 \text{ kWh} - 36.86 \text{ kWh} = 5.77 \text{ kWh} \quad (7)$$

$$N_{Inversores} = \frac{12.54 \text{ kW}}{3 \text{ kW/inversor}} = 4.18 \text{ inversores} \approx 5 \text{ inversores} \quad (8)$$

$$N_{Inversores/cargadores} = \frac{7 \text{ kWh}}{3 \text{ kWh}} = 2.333 \approx 3 \text{ inversores/cargadores} \quad (9)$$

$$C_{minBateria} = \frac{36.86 \text{ kWh} * 1 \text{ dia}}{0.8 * 48v} = 960 \text{ Ah} \quad (10)$$

$$N_{Banco de Baterias} = \frac{1920 \text{ Ah}}{250 \text{ Ah}} = 3.84 \text{ bancos} \approx 4 \text{ bancos} \quad (11)$$

$$N_{Baterias} = 4 * \frac{48v}{12v} = 16 \text{ baterias} \quad (12)$$

$$\gamma = 90^\circ - 23.5^\circ - 5^\circ = 61.5^\circ$$

$$d1 = \cos(5^\circ) * 1.956 \text{ m} = 1948.56 \text{ m} \quad -$$

$$h = \tan(5^\circ) * 1948.56 \text{ m} = 170.48 \text{ m}$$

$$d = d1 + d2 = 1948.56 \text{ m} + \frac{170.48 \text{ m}}{\tan(61.5^\circ)} = 2.041 \text{ m} \quad (13)$$

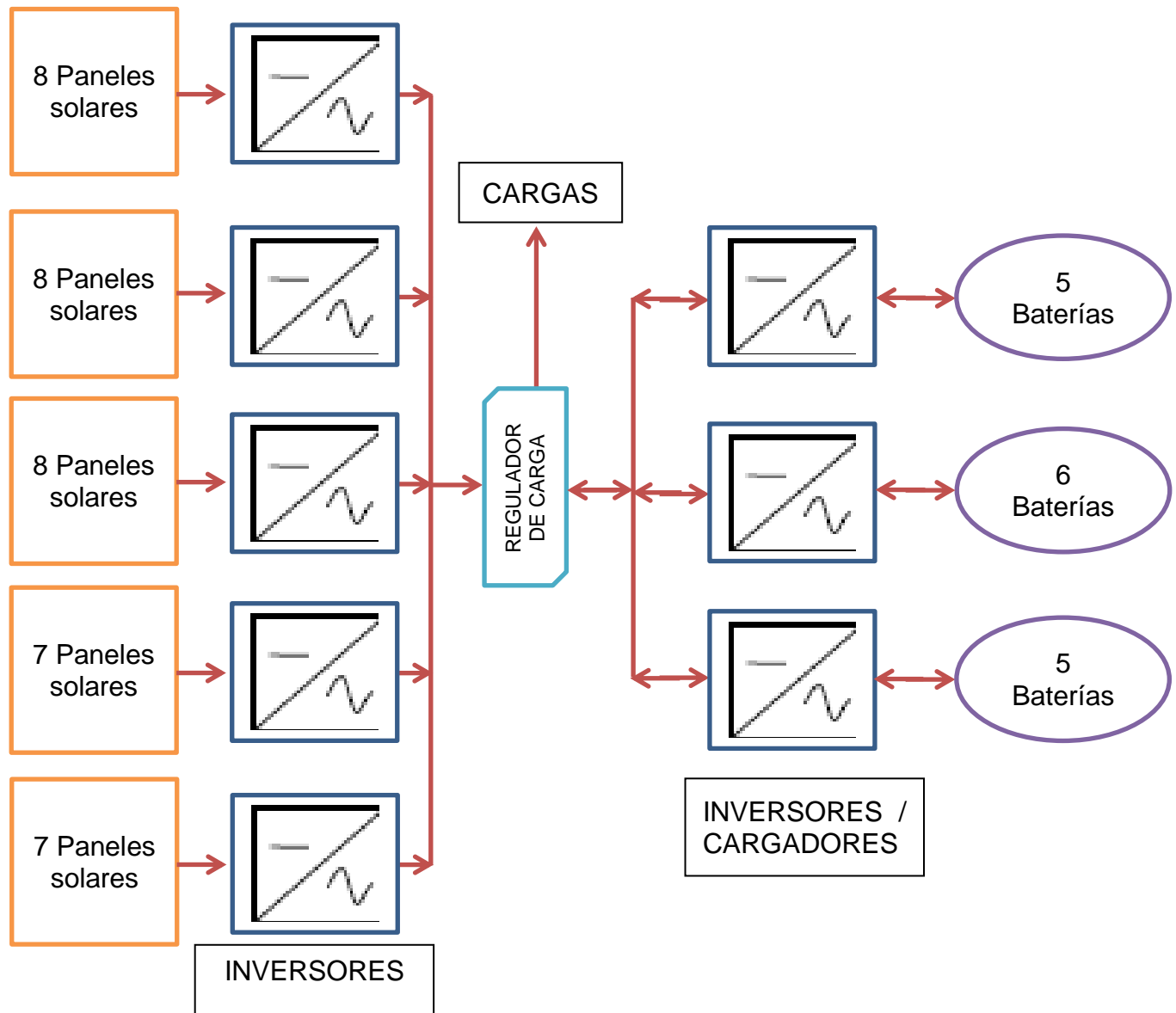
En la tabla 8 se muestra el resumen de los resultados del diseño del sistema fotovoltaico.

Tabla 8 Resultados de cálculos

SISTEMA FOTOVOLTAICO		
VARIABLE	VALOR	ECUACIÓN
$E_{dia-max}$	36.86 kWh/dia	(1)
P_{min}	12.41 kWp	(2)
P_{real}	14.89 kWp	(3)
$N_{paneles}$	37.61 Paneles \approx 38 paneles	(4)
$P_{m\acute{A}x\ sistema}$	12.54 kW	(5)
$E_{generada}$	42.64 kWh	(6)
E_{global}	5.77 kWh	(7)
$N_{inversores}$	4.18 \approx 5 inversores	(8)
Configuración de paneles	3 series de 8 paneles 2 series de 7 paneles	-
$N_{Inversores/cargadores}$	3 inversores/cargadores	(9)
$C_{minBateria}$	960 Ah	(10)
$N_{Banco\ de\ Baterias}$	3.84 \approx 4 bancos	(11)
$N_{Baterias}$	16 baterias	(12)
d	2.041 m	(13)

Fuente: Autores del proyecto

Ilustración 15 Esquema final del sistema fotovoltaico



Fuente: Autores del proyecto

La interconexión entre los paneles, los equipos hasta llegar al consumidor final depende de los inversores/ cargadores estos se encargan de convertir la corriente para almacenarla en las baterías y también es el elemento que distribuye la energía a las cargas/ casas que es el destinatario. Se debe conocer la ubicación de los contadores de suministro de energía por parte de la empresa de energía y el interruptor de Control de Potencia (ICP) que servirá como punto de conexión entre los inversores y las casas, según la demanda de la casa el suministro será tomado directamente de la red eléctrica o de la instalación fotovoltaica cuando

hayan apagones o la demanda energética sea alta, al ser una conexión en paralelo nunca habrán cortes eléctricos, las casas optarán primero por tomar la energía de la instalación fotovoltaica al ser más cercano y si es necesario cubrir la demanda de la red eléctrica convencional.[26]

4.10.4 Mantenimiento [3][7][25]

Los paneles solares tienen gran resistencia y durabilidad no necesitan demasiado mantenimiento, pero se necesitan limpiezas periódicas superficiales ya que el polvo y la suciedad acumulada afectan directamente la eficiencia del panel aumentando las pérdidas energéticas y disminuyendo la radiación solar obtenida. Al no ser un sistema con seguimiento solar o rotacional, el mantenimiento de un sistema fijo es menor al no poseer partes móviles. Para el sistema en general se recomienda:

- Limpieza de paneles: además de retirar el polvo, se debe realizar una limpieza superficial utilizando agua y jabón de pH neutro, evitando detergentes o materiales de limpieza fuertes o abrasivos. Se deben realizar fuera de horas de sol especialmente en las noches para evitar cambios bruscos de temperatura especialmente en días muy soleados. (Frecuencia: 3 a 4 veces por año dependiendo la cantidad de polvo en la zona. En épocas de lluvias fuertes que pueda contener residuos de la zona se debe realizar limpieza posterior para evitar mayor suciedad).
- Inspecciones visuales: (Frecuencia: mensualmente – bimensualmente)
 - Controlar y evitar daños superficiales a paneles, estructuras, apoyos y conexiones que se encuentren en mal estado, realizando cambios de componentes.
 - Corrosión visible y degradaciones en todo el sistema.
 - Inspeccionar las carcassas de equipos (inversores, reguladores de carga, inversores/conversores), suciedad y daños superficiales.
 - Estado de fijación de la estructura verificando que los tornillos estén correctamente apretados evitando falta de sujeción, si presentan daños realizar cambios.
 - Revisar aislamientos y si es necesario reemplazar.
 - Verificar que los componentes del sistema estén en posición correcta, en un lugar limpio, seco y protegidos de los rayos solares directos.
 - Inspecciones diarias de los indicadores lumínicos de los equipos para evitar fallas en el sistema.

- Inspecciones de conexiones eléctricas: (Frecuencia: anualmente)
 - Humedad y filtraciones de agua en equipos evitando que produzcan fallos.
 - Verificación de estado de cables y aislamientos en conexiones de paneles y equipos, si presenta deterioros y daños, reemplazar.
 - Verificación de sulfatación de contactos y óxidos en empalmes y conexiones, si presenta deterioro, sustituir.
 - Mediante cámaras de termografía infrarroja verificar conexiones evitando un aumento en las temperaturas máximas de operación especialmente en días muy soleados.
 - Comprobación de estanqueidad en todo el sistema especialmente en circuitos y conexiones eléctricas en inversores y baterías

- Mantenimiento de inversores:
 - Lectura de datos archivados y de memoria de fallos (Frecuencia: mensualmente).
 - Limpieza, verificación y/o cambio de filtros y rejillas de entradas y salidas de aire (Frecuencia: semestral).
 - Revisión de funcionamiento de dispositivos de protección (interruptores), tensiones de mando, fusibles, seccionadores y contactos, si es necesario reemplazarlos.

- Mantenimiento de baterías: (Frecuencia: mensualmente)
 - Mantener las baterías alejadas de rayos solares directos, evitando estar en zonas abiertas o en contacto con agua, ya que esto dañaría o disminuiría la vida útil de las baterías.
 - Inspección visual para verificar que el nivel de electrolito se encuentre en los límites adecuados según el fabricante.
 - Limpieza de la cubierta superior con grasa antioxidante para evitar sulfatación.
 - Comprobar la densidad de electrolito mediante densímetro, este ayuda a verificar el estado y la capacidad de la batería.

- Sustitución preventiva de elementos y componentes por vida útil finalizada.
- Revisión de paradas de emergencia y sistemas de alarmas de cada equipo.
- Inspección de etiquetas de indicadores de advertencia y peligro, si es necesario reponerlas.

El mantenimiento propuesto anteriormente es un mantenimiento general para que el sistema opere óptimamente, en caso de mantenimiento más exhaustivo y puntual se recomienda comunicarse con el fabricante de los equipos, personal capacitado externo, revisar manuales de operación y fichas técnicas de los equipos y componentes de todo el sistema.

Siempre siguiendo las recomendaciones del fabricante, si la solución de un problema no se encuentra en el manual básico del equipo, contactar inmediatamente con el fabricante, se recomienda no acudir a terceros, personas no autorizadas e inexpertas, esto ayuda a evitar daños en equipos y en personas, accidentes y fallos en el sistema, además la garantía de los equipos por parte del fabricante quedaría invalida.

4.10.5 Base y soporte del sistema

El cálculo del diámetro mínimo para las bases de cemento se calcula en la ecuación (15) dependiente del peso de los paneles (P), la longitud (l), una constante (C) equivalente a 1 adimensional y del módulo de Young del material en este caso cemento (E) con ello podemos obtener suponiendo un área circular para los soportes un diámetro tentativo para los soportes de los paneles. [6]

$$\frac{P_{cr}}{A} = \frac{C\pi^2 E}{\left(\frac{l}{k}\right)^2}; \text{ siendo } A = \frac{\pi}{4}d^2, k = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (14)$$

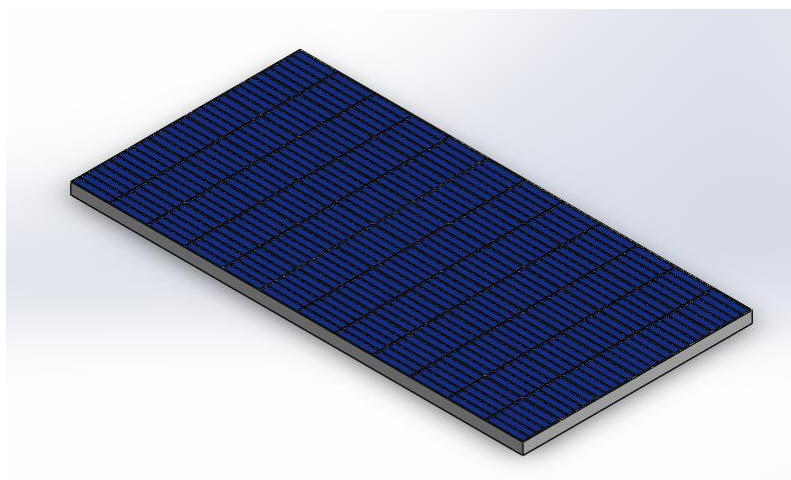
$$d = \left(\frac{64Pl^2}{\pi^3 CE} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (15)$$

$$d = \left(\frac{64(1442.07 \text{ N})(0.85 \text{ m})^2}{\pi^3(1)(0.91 \text{ MPA})^9} \right)^{\frac{1}{4}} = 0.069 \text{ m} = 69 \text{ mm}$$

⁹ Fuente: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=bef6d86a5fe94c91b2300ed172e2a1f4>

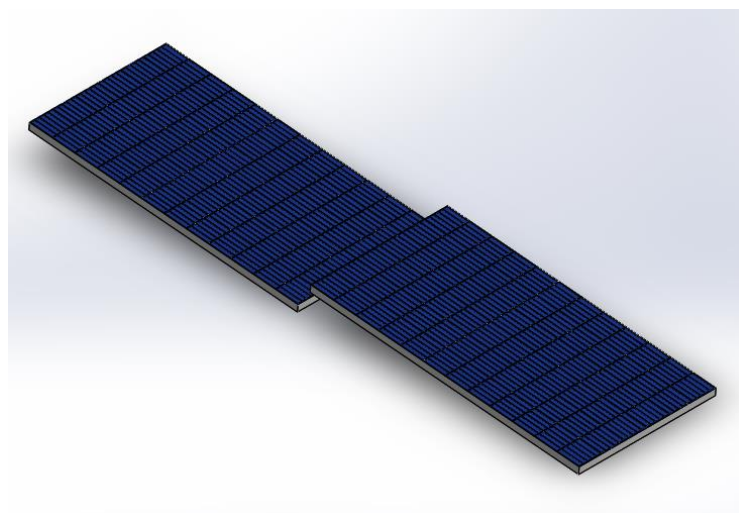
4.10.6 Modelamiento mediante Solidworks®

Ilustración 16 Diseño panel solar con dimensiones del fabricante



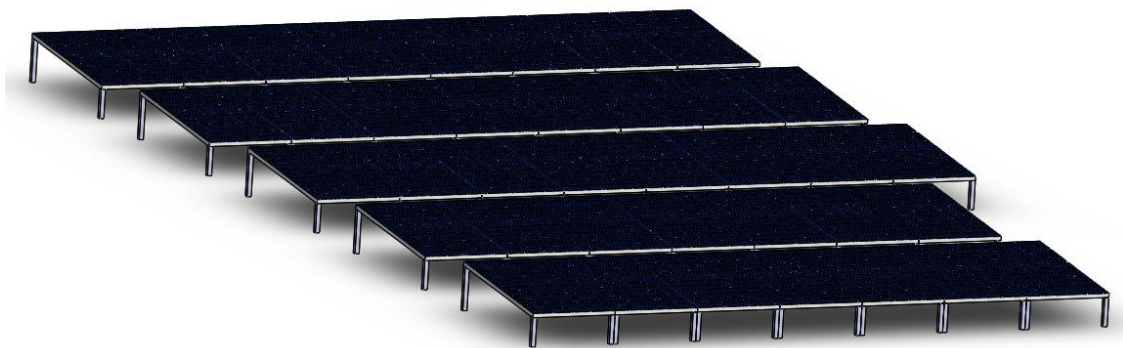
Fuente: Autores del proyecto

Ilustración 17 Distancia entre paneles



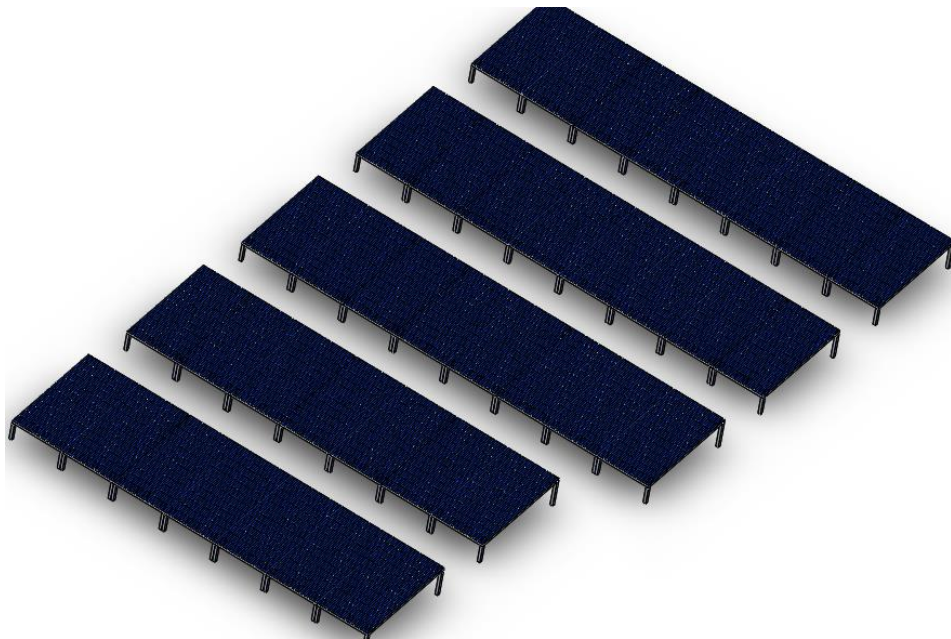
Fuente: Autores del proyecto

Ilustración 18 Distribución de paneles solares recomendada



Fuente: Autores del proyecto

Ilustración 19 Disposición de paneles solares



Fuente: Autores del proyecto

5. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

5.1 DEFINICIÓN DE TIPO DE ORGANIZACIÓN

Para este proyecto se utilizará una estructura una organización basada en una Sociedad colectiva con fines de lucro por medio de terceros, la sociedad se realizara y será responsable por medio de dos socios siendo ilimitada y solidaria por parte de cada uno, las inversiones, gastos y deudas serán compartidas entre ambos socios y las decisiones se tomaran entre el voto y decisión de cada uno de los participantes.

5.1.1 Misión. La misión de esta sociedad está enfocada en cumplir y realizar oportunamente el diseño y la planificación de la propuesta del proyecto según las necesidades, las condiciones y las especificaciones de la zona en estudio del municipio de Quebradanegra, Cundinamarca.

5.1.2 Visión. Asegurarle a la población el pleno cumplimiento del diseño propuesto y favorecer el retorno de la inversión en el plazo estipulado, garantizando una buena implementación y posteriormente poder realizar una expansión del sistema a todo el municipio.

5.1.3 Objetivos

- Diseñar un sistema fotovoltaico que ayude a las necesidades energéticas de la población reduciendo los costos eléctricos en un largo plazo.
- Diseñar un sistema fotovoltaico amigable con el medio ambiente que ayude a mitigar un poco la contaminación, que incentive el uso masificado no solo en el municipio sino en todo el departamento.
- Garantizar que el sistema tiene un diseño resistente a los factores climáticos y meteorológicos.
- Asegurar que el diseño cumpla con las mínimas condiciones de producción y que su disposición al final de su vida útil sea ambientalmente y sanitariamente adecuada.

5.1.4 Estrategias

- Seleccionar y usar elementos, equipos e insumos de manera legal que cumplan con las necesidades técnicas, ambientales y sanitarias necesarias para poder cumplir a cabalidad los proyectos.
- Contratar personal altamente calificado para tener resultados confiables y óptimos, para así asegurar el cumplimiento de las necesidades del cliente.
- Enfocarse en ayudar a que las personas se concienticen en el uso de energías renovables y su impacto a nivel mundial, además ayudar a mitigar la contaminación global mediante su uso.

5.1.5 Políticas

- Compromiso total con el medio ambiente y con el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.
- Promover una buena competencia, leal y sana que ayude a crecer el sector energético renovable en Colombia.
- Asegurar y tener confidencialidad, buenas relaciones y respeto con el cliente, proveedores y socios no solo de temas técnicos, económicos y financieros de proyectos energéticos, sino también de calidad humana y de relaciones interpersonales.
- Promover la calidad de los proyectos por encima de costos.

5.1.6 Función de las áreas funcionales

- **Diseño** Se encarga del diseño técnico cumpliendo con las necesidades del cliente apoyándose en modelamiento en software CAD, simulaciones y si es necesario en prototipo rápido para demostrarle al cliente como sería el producto después de su puesta a punto.
- **Evaluación de proyectos** Se encarga de la planeación y ejecución de un proyecto hasta la puesta a punto, centrándose en la viabilidad de un proyecto y asegurando los cumplimientos del retorno de la inversión.

- Área financiera Se encarga de compras de insumos, materiales y equipos, además de contratación de personal y de especialistas si es requerido, se encarga del balance financiero y que los egresos no superen los ingresos para evitar problemas económicos.

5.1.7 Perfil de funciones del personal

- Ingeniero mecánico con énfasis en energías alternativas encargado del diseño general de sistemas energéticos.
- Ingeniero con énfasis en gerencia de proyectos encargado de asegurar la viabilidad de un proyecto.
- Diseñador técnico / tecnológico con énfasis en diseño industrial encargado de hacer bosquejos y esquematizaciones de cada proyecto.
- Auxiliar mecánico industrial encargado de procesos de construcción, fabricación y montaje.
- Auxiliar eléctrico encargado de procesos de instalación y verificación de conexiones, aislamientos y sistemas de protección eléctrica.
- Contador público encargado de las finanzas de un proyecto.
- Personal con énfasis en compras encargado de manejo, compras y arriendo de insumos, proveedores y equipos.

6. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

6.1 INVERSIONES FIJAS

Las inversiones fijas se basan en terrenos, vehículos, muebles y enceres que intervengan en el proyecto. Debido a que el terreno en donde se va a realizar la instalación del sistema fotovoltaico es de la alcaldía del municipio y el proyecto es junto a ellos, no se requiere una compra del terreno. No se requiere compra de equipos de cómputo, ya que los utilizados serán los de los ingenieros contratados. Se necesita la construcción de una zona para almacenar los elementos como inversores, baterías y demás elementos del sistema y la compra de un estante para acomodar las baterías y evitar contacto con el ambiente para evitar humedad y daños en los equipos. [22]

6.2 INVERSIONES DIFERIDAS

Las inversiones diferidas se refieren a estudios técnicos específicos, capacitaciones, costos de montaje y puesta de funcionamiento, de cada participante mostrado en la tabla 9. [22]

6.3 CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo se limita a indicar el efectivo del proyecto basado en las personas que se encuentran en el proyecto, este se dividirá equitativamente entre los inversionistas y en los inventarios se tienen en cuenta cada elemento del sistema, sus piezas y los insumos adquiridos para la fabricación.

6.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

En este proyecto no se optará por financiamiento externo los autores del proyecto cubrirán con la inversión inicial del coste del proyecto.

6.5 ESTRUCTURA DE CAPITAL

La estructura de capital se basara en compra de activos mediante una combinación de capital propio con deudas basadas en una financiación mixta/hibrida. El capital es netamente de los autores del proyecto y no requiere financiación externa para cumplir con la inversión.

7. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y COSTOS

7.1 COSTOS PROYECTADOS DEL PROYECTO

Los costos proyectados del proyecto se resumen en la tabla 15, se realizaron cotizaciones en países del extranjero y se tomó el dólar del 20 de noviembre del 2018 como referencia con un valor de cambio de \$3,178.81 COP¹⁰.

$$\text{Costos proyectados} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables} \quad (16)$$

$$\text{Costos proyectados} = \$ 7'600.000 + \$55'273.770 = \$ 62'873.770$$

7.1.1 COSTOS FIJOS

Tabla 9 Costos fijos del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR [COP\$]
Sueldos	Un (1) Ingeniero de proyectos	1'500.000
	Un (1) Ingeniero de diseño	1'500.000
	Dos (2) técnicos uno mecánico y otro eléctrico	1'800.000
	Dos (2) técnicos para corte, ensamble e instalación de anclajes y soportes	1'400.000
Transporte	Personal de instalación e ingenieros	300.000
	Componentes e insumos	500.000
Viáticos	Alimentación y hospedaje (6)	100.000 C/U 600.000 (6)
Total		7'600.000

Fuente: Autores del proyecto

¹⁰ Fuente: <https://www.dolar-colombia.com/2018-11-20>

7.1.2 COSTOS VARIABLES

Los costos variables resumen la información de las cotizaciones del Anexo 4 y son mostrados en las tablas 10, 12, 13 y 15, mostradas a continuación:

Para la inversión inicial del proyecto no se analizaron los elementos que con una vida de útil menor a el tiempo de retorno de la inversión, esto se hace porque no sabemos el comportamiento del mercado y de los fabricantes en los primeros años, en el caso de las baterías que son los que menor tiempo de vida útil tienen (6-8 años promedio), estos no se pueden almacenar debido a sus compuestos químicos y su desgaste aun cuando no son usados por consiguiente no es viable comprarlos antes de que las baterías iniciales cumplan su vida útil, debido al avance tecnológico, al abaratamiento de los componentes, además del aumento de la capacidad y de nuevos materiales usados para su mejora, no se puede prever el costo futuro de un mercado en constante crecimiento.

Tabla 10 Listado de paneles solares

PANELES SOLARES						
Importador / Fabricante	Modelo / referencia	Potencia [W]	País de fabricación	Cantidad mínima necesaria	Precio unitario [COP\$]	Precio [COP\$]
EINNOVA SOLARLINE	POLY CRYSTALLINE SOLAR MODULE ESP 315/320/325/ 330/335/340	330	China	38	251.761	9'566.918
COEXITO / CANADIAN SOLAR INC.	MAXPOWER (1500 V) CS6U- 315 320 325 330P	330	Canadá	38	459.000	17'422.000
GREENCOL / JINKO	EAGLE MONO 72, 325-345W	340	China	37	574.209	21'245.733

R&M / POWEST	PANELES POLI- CRISTALINO S SOLARES 320	320	Panamá	39	656.850	25'617.150
NICOMAR / POWEST	PANELES POLI- CRISTALINO S SOLARES 320	320	Panamá	39	670.000	26'130.000

Fuente: Autores del proyecto

La ecuación (17) nos ayuda a la selección de los paneles solares se da por dos factores uno técnico y el otro económico, en la parte técnica se examina la potencia nominal de entrada para obtener la potencia máxima generada por una distribución en serie de los paneles solares por ello depende del voltaje de potencia máxima (V_{mp}), del número de paneles ubicados en serie y corriente en cortocircuito (I_{sc}), el cálculo es comparado con la potencia nominal del inversor. Al comprobar que todas las opciones son técnicamente aceptadas se descartan las que no cumplen con los requisitos técnico, luego se opta por la opción que satisfaga económicamente los requisitos del proyecto.

$$Potencia\ nominal = V_{mp} * N^{\circ} \text{ paneles} * I_{sc} \quad (17)$$

Tabla 11 Selección técnica de paneles solares

Panel solar	Potencia nominal de entrada [kW] ¹¹	Potencia Nominal de inversor [kW]	Aceptado técnicamente
POLY CRYSTALLINE SOLAR MODULE ESP 315/320/325/330/335/340	2.78	3 / 3.5	Si
MAXPOWER (1500 V) CS6U- 315 320 325 330P	2.81		Si
EAGLE MONO 72, 325-345W	2.86		Si
PANELES POLI-CRISTALINOS SOLARES 320	2.67		Si
PANELES POLI-CRISTALINOS SOLARES 320	2.67		Si

Fuente: Autores del proyecto

¹¹ Datos tomados de los manuales de los respectivos fabricantes.

La selección del inversor depende directamente de los paneles solares y de la potencia nominal del arreglo de los paneles, además depende del voltaje del sistema que para este proyecto según la tabla 7 nos indica que 48v es el recomendado para la instalación.

Tabla 12 Listado de inversores

INVERSORES						
Importador / Fabricante	Modelo / referencia	Potencia [kW] / voltaje [v]	País de fabricación	Cantidad mínima necesaria	Precio Unitario [COP\$]	Precio [COP\$]
COEXITO / STUDER	Xtender xtm3500-24-01	3.5 / 24	Suiza	4	6'938.000	27'752.000
GREENCOL / INTI PHOTOVOLTAICS	Serie palma pura Inversor DC-AC 3000W/48V DC	3 / 48	España	5	2'162.481	10'812.405
R&M / POWEST	Titan hibrida monofásica	2.4 / 24	Panamá	6	2'267.750	13'606.500
SOFAR SOLAR	me3000	3 / 48	China	5	1'907.286	9'536.430

Fuente: Autores del proyecto

La selección del inversor se analiza económicamente al haber dos opciones validas técnicamente ya que ambas trabajan a 3 kW de potencia y 48v de voltaje, la selección se limita principalmente a términos económicos, pero se opta por una empresa nacional debido a que los costos de importación, aranceles y envíos; aumentarían los costos iniciales.

La selección de las baterías depende directamente de la capacidad de las mismas a una mayor capacidad el número de baterías será menor, la vida útil y los ciclos de descarga son fundamentales en la selección, al ser mayor la cantidad de baterías necesarias el espacio necesario también será mayor y el costo incrementaría aún más. Se seleccionó una batería de una empresa nacional para evitar costos extra por importaciones, por ser una batería con mayor capacidad se requerirán muchas menos baterías con una buena vida útil, menor espacio y menor cantidad de baterías.

Tabla 13 Listado de baterías

BATERÍAS						
Importador / Fabricante	Modelo / referencia	Voltaje [v] / Cap	País de fabricación	Cantidad mínima necesaria	Precio unitario [COP\$]	Precio [COP\$]
COEXITO / TRJOJAN	SAGM12135	12 – 135 AH	Estados Unidos	32	968.286	30'985.152
GREENCOL / TB PLUS	BATERIA GEL 12VDC	12 – 250AH	Colombia	16	1'060.200	16'963.200
R&M /FULI BATTERY	FL122000 GS	12 – 200AH	China	20	1'425.900	28'518.900
FUTURE SCIENCE AND TECHNOLOG Y CO., LTD.	FS200	12 – 200AH	China	20	1'192.054	23'841.080

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 14 Selección técnica de baterías

Baterías	Variación de capacidad [Ah] ¹²			Vida útil de diseño [años]	Aceptado técnicamente
	10 hr	3 hr	1 hr		
SAGM12135	131	-	-	8	Si
BATERIA GEL 12VDC	200	155	120	6-8	Si
FL122000GS	200	156	122	4-6	Si
FS200	190	150	130	8	Si

Fuente: Autores del proyecto

¹² Datos tomados de los manuales de los respectivos fabricantes.

Tabla 15 Listado de selección

Equipo	Fabricante	Modelo / Descripción	Cantidad	Precio [COP\$]
MODULOS SOLARES	EINNOVA SOLARLINE	POLY CRYSTALLINE SOLAR MODULE ESP 330	38	9'566.918 ¹³
INVERSOR	INTI PHOTOVOLTAICS	SERIE PALMA PURA INVERSOR DC-AC 3000W/48VDC	5	10'812.405
INVERSOR / CARGADOR¹⁴	VICTRON ENERGY	MULTIPLUS 2000W/24VDC PURA	3	12'806.772
REGULADOR DE CARGA¹⁵	VICTRON ENERGY	CONTROLADOR MPPT 30A (100/30) - 12/24VDC	1	724.975
BATERIAS	TB PLUS	BATERIA GEL 12VDC – 250 AH	16	16'963.200
ESTANTERIA DE BATERIAS	HOMECENTER	ESTANTERÍA EN METAL Y MADERA GRIS DE 176X150X60 CM CON TORNILLOS FIXSER, CAP 1800KG	2	539.800
SOPORTE Y ANCLAJE DE PANELES SOLARES	VARIOS	ANGULOS DE ACERO EN L DE 25 mm	38	1'155.200
		FIJADORES DE ANCLAJE DE PANELES A EL SOPORTE	43	476.035
		UNIONES, TORNILLERIA, VARIOS	-	200.000

¹³ Nota: Aunque es un equipo de importación, de acuerdo a la ley 1715 en el artículo 13 en el decreto 2143 se exime de gravámenes arancelarios debido a “*Exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión de proyectos con Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)*” por eso no se adiciona el gasto de aranceles de importación. [11][12].

Nota de selección: el inversor de carga¹⁴ y el regulador de carga para la protección del sistema

¹⁵ Se tomaron de única referencia de una sola cotización, ya que es la misma empresa los diseña entonces la adaptación al sistema es más simple y confiable.

		SISTEMAS DE ANCLAJE EN CEMENTO	18	200.000
CEMENTO, LADRILLOS, TEJAS	VARIOS	CONSTRUCCION DE ZONA DE ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS	1	800.000
CABLES/ ACOPLER	R&M	MC4-8800 1C/PANEL	38	201.400
	VARIOS	CABLE CONEXIONES (200m)	-	300.000
TOTAL				54'746.705

Fuente: Autores del proyecto

Ya que la inversión es tan alta se adiciona un 1% para imprevistos haciendo un total de \$ 55'273.770.

7.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

Las ganancias del proyecto se basar en el consumo restante que no se cancela a la empresa de energía con un valor promedio de \$498.25 por cada kW consumido

$$\begin{aligned} \text{Ingresos anuales promedio} & \quad (18) \\ & = \text{Consumo anual objetivo} * \text{Costo energético promedio} \end{aligned}$$

$$IAP = 10190.5 \text{ kW} * 498.3 \frac{\$}{\text{kW}} = 5'077.889,40 \$$$

Para el punto de equilibrio se usará el cálculo de tiempo de retorno de la inversión del sistema foto voltaico.

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Ingresos anuales promedio}} \quad (19)$$

$$= \frac{62'873.770 \$}{5'078.424,45 \frac{\$}{\text{año}}} = 12.38 \text{ años} \approx 13 \text{ años}$$

8. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO

8.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA (TIR; VPN O B/C)

En evaluación de proyectos tienen muchos criterios de evaluación financiera que nos demuestran la probabilidad de que un proyecto tenga éxito o no económicamente hablando en proyectos que son de largo plazo, el valor presente neto VPN es un elemento muy utilizado en el cual nos indica un comportamiento económico, donde el flujo económico de los ingresos y los egresos presentes y futuros modifican su comportamiento haciendo posible o no la inversión. El flujo neto efectivo (FNE) depende del periodo de tiempo (n) en el cual se quiere analizar el comportamiento y de la tasa de descuento (i) afectan el valor presente neto del proyecto y nos indica si es favorable o no hacer la inversión. [22]

$$VPN = 0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \quad (20)$$

$$\begin{array}{ll} \text{Si } VPN \geq 0 & \text{Es recomendable invertir} \\ \text{Si } VPN < 0 & \text{Es recomendable NO invertir} \end{array}$$

$$\text{Tasa de interes (TI)} = 4.25\%^{16}$$

$$\text{Tasa de descuento (i)} = \frac{TI}{1 + TI} = \frac{4.25\%}{1 + 4.25\%} = 4.08\% \quad (21)$$

$$VPN = \$266.029,10$$

El valor VPN está indicado de manera completa en la ilustración 20, aunque se recomienda hacer la inversión el riesgo sigue siendo alto aun cuando el tiempo de recuperación de la inversión son 13 años, la recuperación puede aumentar unos años más ya que el proyecto tiene una alta inversión inicial.

8.2 ANÁLISIS DEL FLUJO DE INVERSIONES

El análisis de flujo de las inversiones del proyecto se centrara en los ingresos percibidos por generación eléctrica que no será para la empresa de energía sino

¹⁶ Fuente: Banco de la República, en: <https://www.dinero.com/economia/articulo/tasas-de-interes-se-quedaran-estables-hasta-2019/263621>

para el proyecto, al contar con el 50% del consumo global promedio del proyecto ese será el ingreso anual con un incremento anual promedio de 4% por cada kWh consumido, los egresos se basaran en la inversión final divididos anualmente en partes iguales hasta que se complete el retorno de la inversión. Al ser un proyecto de generación energética renovable y amigable con el medio ambiente energía solar, el congreso de la república Colombiana en la ley 1715 de 2014¹⁷ que promueve el uso e inversión en energías alternativas están excluidos de IVA, aranceles de importación de equipos y de impuesto sobre la renta, esto ayuda a beneficiar y masificar el uso de energías renovables. [11][15]

8.3 ESTADO DE RESULTADOS, FLUJO NETO DE EFECTIVO

Con la ayuda de MICROSOFT EXCEL© se realizó el flujo neto de efectivo y se analizó en VPN del proyecto para culminar los años de retorno de la inversión, el proyecto tiene una vida útil de 25 años después del año 13 los egresos son nulos y estas ganancias se destinara a reemplazar equipos que están a punto de cumplir su vida útil o procesos de mejora de capacidad o de expansión.

Ilustración 20 Calculo VPN y FNE

	VPN												
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
INGRESOS	\$5,078,424	\$ 5,281,561	\$ 5,492,824	\$5,712,537	\$5,941,038	\$6,178,680	\$6,425,827	\$6,682,860	\$6,950,175	\$7,228,182	\$7,517,309	\$7,818,001	\$8,130,721
EGRESOS	\$4,836,444	\$ 4,836,444	\$ 4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444	\$4,836,444
BALANCE	\$ 241,981	\$ 445,118	\$ 656,380	\$ 876,093	\$1,104,594	\$1,342,236	\$1,589,383	\$1,846,416	\$2,113,731	\$2,391,738	\$2,680,865	\$2,981,557	\$3,294,277
FLUJO NETO EFECTIVO	\$5,078,424	\$ 5,281,561	\$ 5,492,824	\$5,712,537	\$5,941,038	\$6,178,680	\$6,425,827	\$6,682,860	\$6,950,175	\$7,228,182	\$7,517,309	\$7,818,001	\$8,130,721

Fuente: Autores del proyecto

8.4 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

La rentabilidad del proyecto dependerá del producto o del servicio del proyecto en curso, el punto de equilibrio visto en el capítulo 7 es el que factor que nos indicará que tan viable es un proyecto, si un proyecto tiene tiempo de retorno mayor al de la vida útil el proyecto no se debe llevar a cabo por que no tendría como ser favorable económicamente hablando, siempre debe haber una relación entre la viabilidad económica y la viabilidad técnica porque si ambos no son tomados en cuenta el proyecto no tendrá una rentabilidad. Para este proyecto el tiempo de retorno es de 13 años con una capacidad instala máxima de aproximadamente 12.4 kW.

¹⁷ Fuente: <https://www.sunsupplyco.com/ahorrar-impuestos-usando-energia-solar/>

8.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En proyectos normalmente se tienen que ver 3 posibles escenarios, el escenario optimista, el realista y el pesimista, esto se puede definir de varios factores para este proyecto se tendría que analizar el peor año de irradiación en la zona, otro factor sería analizando con más detalle las horas-sol anuales no promediándolas anualmente sino día a día pero esto hace más engorroso el análisis o modificando las cargas/demandas del sistema pero al ser un análisis puntual es más factible modificando el tiempo de retorno ya examinado variando los INGRESOS ANUALES PROMEDIO.

Tabla 16 Análisis de sensibilidad del proyecto

Escenario	Costo energético promedio [\$COP]	Ingresos anuales promedio [\$COP]	Tiempo de retorno de la inversión [años]	% de variación de tiempo de retorno
Optimista	800	8'153.200	7.71	62.28%
Probable	498.3	5'078.424,45	12.38	0%
Pesimista	299.15	2'539.212,23	24.76	-200%

Fuente: Autores del proyecto

En la tabla 16 observamos una variación amplia en el porcentaje de variación del tiempo, en el escenario pesimista nos lleva casi que el tiempo de inversión es el mismo tiempo de vida útil del proyecto, eliminando así la rentabilidad del proyecto; el entorno optimista nos implicaría aumentarle el costo energético a la población algo contraproducente ya que se desea un ahorro económico, por ello tampoco es tan viable aunque la recuperación del tiempo disminuye considerablemente y se vuelve muy rentable para procesos de expansión y mejoramiento a futuro.

8.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO

En términos generales se incrementa el uso de energías alternativas en el departamento, esto ayuda a concientizar un poco a la población del uso energético renovable y amigable con el medio ambiente que a su vez afecta directamente en la reducción del calentamiento global uno de los fines de proyectos de este índole, este proyecto genera empleos en el momento de instalación, da una mejora energética de la zona y ayuda a la productividad de la zona. Quizás al ser un tema no tan conocido en las zonas apartadas de las grandes ciudades, el nuevo conocimiento conllevará a una masificación de todos los tipos de energías renovables no solo energía solar, y de dejar de depender de los combustibles fósiles y de generadores hidráulicos garantizando un mejor futuro.

9. CONCLUSIONES

- Se diseñó técnicamente un sistema fotovoltaico de 12.41 kWp de potencia instalada con sistemas de almacenaje para uso en días nublados y especialmente en la noche, esto reduce la emisión de gases de efecto invernadero producidas con combustibles fósiles.
- El sistema no se diseñó para el 100% del consumo de la zona en estudio ya que se tiene que tener un sistema híbrido que beneficie especialmente a los habitantes.
- El sistema posee 38 paneles con una distribución 3 filas x 8 y 2 filas x 7 debido a que la cantidad de inversores es de 5 y se requiere un voltaje y potencia que no sobrepase los límites de los equipos causando daños, un sistema de protección de sobre voltaje y un sistema de almacenamiento tiene 16 baterías tipo GEL de 12v, su distribución es de 2 filas x 5 y 1 fila por 6 debido a los 3 inversores/cargadores necesarios en el sistema.
- El tiempo de retorno de la inversión es de 13 años que puede aumentar debido al cambio de equipos al final de su vida útil, el proyecto tiene una vida útil de 25 años especialmente los paneles por consiguiente, el retorno de la inversión es rentable en ese tiempo pero se debe tener en cuenta gastos por compra de equipos en el futuro pero que se compraran cuando haya un margen de ganancia mayor.
- La distancia entre paneles teórica nos indica la distancia mínima de 2.04 m para evitar problemas de sombras, se sugiere una distancia de 2.5 m ya que esta distancia garantiza movilidad entre los paneles para limpieza e inspecciones de los mismos.
- El objetivo de proyectos de índole energético que utilicen energías renovables que ayuden a compensar el deterioro ambiental a nivel mundial ha venido en aumento los últimos años, China y Estados Unidos son los generadores eléctrico y térmico usando energía solar, en América Latina los países Argentina, Brasil, Chile y México son los máximos generadores, pero en Colombia el uso de energía solar aún está estancado aunque hay apoyo gubernamental, la mayoría de proyectos es de entidades privadas aun siendo proyectos de baja escala. Por eso se necesita aumentar proyectos de media y alta escala que ayuden a mitigar y solucionar problemas energéticos en el país.

10. BIBLIOGRAFIA

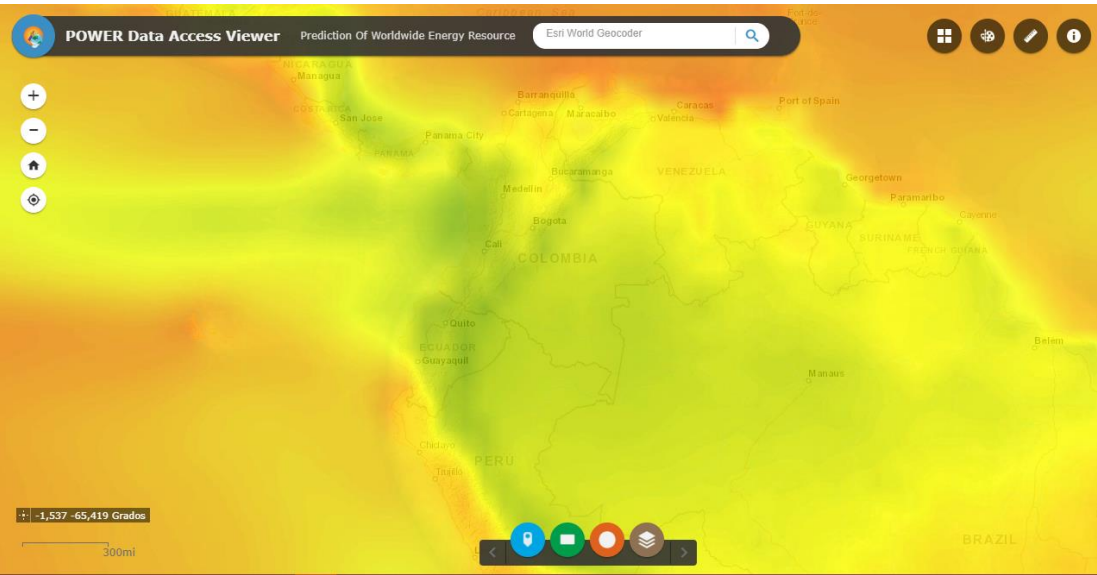
- [1] Alcaldía Municipal de Quebradanegra en Cundinamarca. (22 de Noviembre de 2017). *Nuestro municipio*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <http://www.quebradanegra-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- [2] ALVARADO FAJARDO, Andrea Catalina y CARVAJAL OSORIO, Hernán . (2014). Diseño, simulación y análisis, de sistema solar FV para suministro eléctrico en zonas rurales. *AVANCES Investigación en Ingeniería Vol. 11 - No. 1*, 92-99.
- [3] AUSTRALIAN GOVERNMENT. (21 de Junio de 2018). *Solar panel system maintenance*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2018, de [en línea]: <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/RET/Pages/Scheme%20participants%20and%20industry/Individuals%20and%20small%20business/Solar-panel-system-maintenance.aspx>
- [4] BADATOPE ADEJUYIGBE, Samuel, et al. (2013). Development of a Solar Photovoltaic Power System to Generate Electricity for Office Appliances. *ENGINEERING JOURNAL Volume 17 Issue 1*, 39-39.
- [5] BARRERA LUNA, Jose; CONTRERAS, Andrea. (2016). *INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA SUPLENCIA ELECTRICA. Trabajo de Especialización de gestión de proyectos*. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- [6] BUDYNAS, Richard G y NISBETT, J. Keith. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley Octava edición*. MCGRAW-HILL.
- [7] CAMPOS FERNÁNDEZ, M. (2012). *MANUAL DE MANTENIMIENTO. PROYECTO FIN DE CARRERA*. Sevilla, España: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA.
- [8] CAR. (s.f.). *DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA SUMAPAZ Y SUBCUENCA QUEBRADA NEGRA*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac68df4871ad.pdf>
- [9] CASA, M. y. (2017). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Barcelona: Alfaomega.
- [10] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. (3 de Octubre de 2001). *LEY 697*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley-697-2001.pdf>
- [11] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. (13 de Mayo de 2014). *LEY 1715*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html
- [12] COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO-ENERGÉTICA (UPME). Guía practica para la aplicación de los incentivos tributarios de la LEY 1715 de 2014. Recuperado el 30 de diciembre de 2018, de [en línea]: http://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_tributarios_Ley1715.pdf

- [13] GARCIA VALLADARES, Octavio y PILATOWSKY FIGUEROA, Issac. (2017). *Aplicaciones termicas de la energia solar en los sectores residencial, servicio e industrial*. México: Instituto de energías renovables de la UNAM.
- [14] GARZON HIDALGO, Juan D.; SAAVEDRA MONTES, Andrés J. (2017). Una metodología de diseño de micro redes para zonas no interconectadas de Colombia. *Tecnológicas Vol. 20, No. 39*.
- [15] GIRALDO OCAMPO, Daniel Felipe. (2017). *EL MARCO NORMATIVO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA NO GARANTIZA SU PLENO DESARROLLO. Trabajo de grado Especialista en Alta Gerencia*. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- [16] ICONTEC. (1 de Diciembre de 2004). *GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 114*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/GTC114.pdf>
- [17] ICONTEC. (29 de Octubre de 2008). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5627*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5627.pdf>
- [18] ICONTEC. (31 de Octubre de 2012). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2959*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2959.pdf>
- [19] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2017). *Atlas de Radiación solar de Colombia*. Unidad de planeación minero energética (UPME).
- [20] JÄGER-WALDAU, Arnulf. (2018). Snapshot of photovoltaics - February 2018. *EPI Photovoltaics* 9, 1-6.
- [21] LANGRIDGE, Max; EDWARDS, Luke. (2 de Octubre de 2018). *Pocket-lint*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de [en línea]: <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/130380-future-batteries-coming-soon-charge-in-seconds-last-months-and-power-over-the-air>
- [22] MIRANDA, Juan Jose. (2011). *GESTION DE PROYECTOS Cuarta Edición*. Bogotá: MM Editores.
- [23] National Aeronautics and Space Administration (NASA). (s.f.). *POWER Data access Viewer*. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de [en línea]: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- [24] PÉREZ, Pablo Castellot, WHITING, Kai Edwin y CARMONA A., Luis Gabriel. (2014). Aplicación de la energía solar fotovoltaica interconectada a la red eléctrica. Caso de estudio Thierhaupten-Alemania. *Ontare*, 145-170.

- [25] SUNFIELDS. (17 de Septiembre de 2018). *Mantenimiento de una Planta Fotovoltaica*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2018, de [en línea]: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/instalaciones-fotovoltaicas-tipos-de-mantenimiento/>
- [26] SUNFIELDS. (2018). *Autoconsumo con Energía Solar - Principio de funcionamiento*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2018, de [en línea]: <https://www.sfe-solar.com/autoconsumo-fotovoltaico/>
- [27] TERCERO UBAU, Juana Karelia. (2015). *Diseño de una Mini central solar Fotovoltaica autónoma con una capacidad de 2.7kWp, para electrificar la comunidad de La Fortuna-MiraFlor Moropotente, Estelí. Título de grado de ingeniería renovables*. MANAGUA: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
- [28] VARGAS SALGADO, Carlos. (2018). *MICRORREDES ELÉCTRICAS BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES. [diapositivas]*. Guadalajara: CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALA CUT. 73 p.
- [29] WANSAH, John F, et al. (2015). Sizing a stand-alone solar photovoltaic system for remote homes at Bakassi Peninsula. *Pelagia Research Library*, 20-28.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa irradiación Colombia



Fuente: (POWER Data access Viewer)

Anexo 2: Tabla de datos históricos de radiación en el municipio de Quebradanegra

```

-BEGIN HEADER-
NASA/POWER SRB/FLASHFlux/MERRA2/ 0.5 x 0.5 Degree Climatologies
22-year Additional Solar Parameter Monthly & Annual Climatologies (July 1983 - June 2005), 30-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 1984 - December 2013)
Location: Latitude 5.1179 Longitude -74.4797
Elevation from MERRA-2: Average for 1/2x1/2 degree lat/lon region = 1509.99 meters Site = na
Climate zone: na (reference Briggs et al: http://www.energycodes.gov)
Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999
Parameter(s):
SI_EF_TILTED_SURFACE SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance for Equator Facing Tilted Surfaces (Set of Surfaces) (kWh-hr/m^2/day)
SI_EF_OPTIMAL SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Optimal (kWh-hr/m^2/day)
SI_EF_OPTIMAL_ANG SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)
SI_EF_TILTED_ANG_ORI SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)
Note(s):
Northward facing tilted surfaces are designated negative (-)
PARAMETER JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC AINI
-END HEADER-
SI_EF_TILTED_SURFACE_NEG10 3.68 2.93 2.42 2.24 2.68 3.05 3.15 2.64 2.17 2.78 3.32 3.62 2.89
SI_EF_TILTED_SURFACE_0 4.78 4.61 4.87 4.69 4.79 4.99 5.40 5.44 5.22 4.75 4.58 4.50 4.88
SI_EF_TILTED_SURFACE_20 5.19 4.77 4.80 4.58 4.83 5.14 5.54 5.41 5.03 4.84 4.89 4.93 5.00
SI_EF_TILTED_SURFACE_5 4.92 4.69 4.89 4.70 4.84 5.07 5.48 5.48 5.21 4.81 4.69 4.65 4.95
SI_EF_TILTED_SURFACE_90 3.17 2.44 1.90 1.77 2.22 2.56 2.61 2.08 1.59 2.27 2.84 3.14 2.38
SI_EF_OPTIMAL 5.23 4.77 4.89 4.70 4.87 5.15 5.55 5.49 5.22 4.86 4.90 4.98 5.05
SI_EF_OPTIMAL_ANG 28.00 18.00 7.00 -5.00 -12.00 -17.00 -16.00 -9.00 2.00 14.00 25.00 30.00 5.00
SI_EF_TILTED_ANG_ORI S S S N N N N S S S S S S

```

Fuente: (POWER Data access Viewer)

Anexo 3: Consumos históricos energéticos zona de estudio





Fuente: Población del municipio/Codenas

Anexo 4: COTIZACIONES

Dear Fabian,

Thanks for your kind reply.

Based on your description, we would like to recommend to you our poly 330w which is one of our best-selling items.

Here attached is the data sheet of P330. Please kindly check!

For 12pcs modules, to be honest, freight and operation charge will be very high.

Module is USD0.24/W for 12pcs poly 330w but other charges will be USD200.00. Hope this is OK for you!

If any question, please feel free to let me know. Best regards,

Emma Wu/Sales Director

Einnova Solarline
invented for solar

Tel: 0086-25-84792033

Cell: 0086-1381 3088 384

www.einnova-solarline.com

Einnova Solarline - China Jiangsu
International Economic and Technical
Cooperation Group,Ltd.

We only design and produce affordable and durable mounting solutions for solar projects worldwide! Well-planned design and pre-assembled components will make installation easy and cost-saving. www.einnova-solarline.com

Dear Fabian,

In our below quotation, I listed shipping cost separately.

USD0.24/W is FOB price for 12pcs modules, not including shipping cost; shipping cost is USD200.00.

But if your order quantity is bigger, like 20'GP or 40'GP, then USD0.24/W will include shipping cost, CIF Bogota. Hope my explanation is clear.

If anything else you need, please feel free to let me know. Best regards,

Emma Wu/Sales Director

Einnova Solarline
invented for solar

Tel: 0086-25-84792033

Cell: 0086-1381 3088 384

www.einnova-solarline.com

Einnova Solarline - China Jiangsu International
Economic and Technical Cooperation
Group,Ltd.

We only design and produce affordable and durable mounting
solutions for solar projects worldwide! Well-planned design and
pre-assembled components will make installation easy and cost-
saving.

www.einnova-solarline.com

					
Señores:	UNIVERSIDAD LIBRE		Código Cotizador:	COE13-26-0327	
Atención:	WILLIAM BARRERA		Fecha:	30/11/2018	
Dirección:	Cra 34# 15-13		CIUDAD:	BOGOTÁ	
Teléfono:	3188219747				
Email:	cabarrera55@hotmail.com				
ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNIDAD	P. TOTAL
1. PANEL SOLAR					
1	SC6U-P330	PANEL SOLAR POLICRISTALINO 330 W 24V TIER 1 MARCA CANADIAN SOLAR	2	\$ 459.000	\$ 918.000
2. INVERSOR					
2	XTM3500-24-01	INVERSOR ONDA SENO PURA, SERIE XTENDER DE 3,5 KW/ 24 V MARACA STUDER	1	\$ 6.938.088	\$ 6.938.088
3. BATERIA SOLAR					
3.1	SAGM06-375	BATERIA CICLO PROFUNDO SOLAR TECNOLOGIA AGM 6 V 375	4	\$ 1.348.900	\$ 5.395.600
3.2	SAGM12135	BATERIA CICLO PROFUNDO SOLAR TECNOLOGIA AGM 12 V 135 AH	2	\$ 968.286	\$ 1.936.571
				SUBTOTAL	\$ 9.792.660
				IVA(19%)	\$ 1.860.605
				TOTAL	\$ 11.653.265
1. Vigencia:	30/11/2018				
2. Forma de Pago:	REMISION FINANCIERA PARA CREDITO O CONTADO				
3. Tiempo de Entrega:	10 DIAS HABILES				
4. Ciudad de Entrega:	A CONVENIR				
5. Forma de Entrega:	A CONVENIR				
6. Garantía:	PANELES: 10 AÑOS / BATERIAS: 2 AÑOS / INVERSOR: 5 AÑOS (10 AÑOS POR FABRICANTE)				
7. Moneda:	PESOS COLOMBIANOS				
NOTA:	Teniendo en cuenta que los productos objeto de la cotización o propuesta son bienes importados, su tiempo de entrega se estima máximo en 10 días hábiles sin embargo si por motivo de fuerza mayor o caso fortuito asociados con el proceso de despacho, transporte y trámites de nacionalización de los productos, Coéxito S.A.S. se reserva el derecho de prorrogar el plazo para la entrega de los productos hasta en 60 días más, en todo caso Coéxito S.A.S. notificará oportunamente al comprador la ocurrencia de las anteriores circunstancias.				
Regimen Comun 05-0138-04. Grandes Contribuyentes Res 7029 de Nov 22-1996. Agente retenedor de IVA. Autoretenedores Res 0528 de mayo 05/87. Somos responsables de ICA en Yumbo, Acuerdo 0024 Dic/1999					
FIRMA					
NOMBRE	EDUAR SANDOVAL				
CARGO	EJECUTIVO DE CUENTA BOGOTÁ				
CELULAR	3103599597				
TELÉFONO					
DIRECCION COEXITO S.A.S.	Cr 30 # 15-82				
CORREO ELECTRONICO	bateriasindustrialesbogota2@coexito.com.co				
CIUDAD	BOGOTÁ				
COM-04-001 RV. 6					

LISTA DE PRECIOS
Noviembre 2018



PANELES SOLARES

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Panel Solar Policristalino 20W	INTI	\$ 56.370
Panel Solar Policristalino 40W	INTI	\$ 105.151
Panel Solar Policristalino 280W (60)	Talesun	\$ 450.809
Panel Solar Monocristalino 295W (60)	LG	\$ 539.360
Panel Solar Monocristalino 340W (72)	Jinko	\$ 574.209
*Panel Solar Monocristalino 335W (60)	LG	\$ 665.191
*Panel Solar Monocristalino 400W (72)	LG	\$ 794.258

* Paneles Solares referencia 335W y 400W LG. Tiempo estimado de entrega 10 semanas, sujetos a un monto mínimo a consolidar.



CONTROLADORES

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Controlador PWM 10A – 12/24VDC	Victron Energy	\$ 114.877
Controlador PWM 20A – 12/24VDC	Victron Energy	\$ 149.297
Controlador MPPT 15A (75/15) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 333.015
Controlador MPPT 15A (100/15) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 417.291
Controlador MPPT 30A (100/30) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 724.975
Controlador MPPT 35A (150/35) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 1.070.897
Controlador MPPT 60A (150/60) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 1.773.499
Controlador MPPT 100A (150/100) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 2.827.402
Controlador MPPT 10A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 271.309
Controlador MPPT 20A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 406.669
Controlador MPPT 40A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 872.847



10% de descuento en todos los equipos para distribuidores

LISTA DE PRECIOS
Noviembre 2018



INVERSORES OFF/GRID

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Inversor DC-AC 250W/12VDC o 24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 352.745
Inversor DC-AC 375W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 453.560
Inversor DC-AC 500W/12/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 649.553
Inversor DC-AC 800W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.009.018
Inversor DC-AC 800W/48VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 974.329
Inversor DC-AC 1200W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.462.578
Inversor DC-AC 1200W/48VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.583.773
CABLE de comunicación Bluetooth	Victron Energy	\$ 191.440
Accesorio Monitoreo Color Control	Victron Energy	\$ 1.043.708
Inversor/Cargador 2000W/24VDC Pura Victron Multiplus	Victron Energy	\$ 4.268.924
Inversor/Cargador 3000W/48VDC Pura Victron Multiplus	Victron Energy	\$ 6.807.731

victron energy



DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Inversor DC-AC 300W/12VDC PURA - Palma	INTI	\$ 328.086
Inversor DC-AC 300W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 344.243
Inversor DC-AC 500W/12VDC PURA - Palma	INTI	\$ 548.001
Inversor DC-AC 500W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 559.611
Inversor DC-AC 1000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 949.707
Inversor DC-AC 1500W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 1.126.280
Inversor DC-AC 2000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 1.557.204
Inversor DC-AC 3000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 2.118.645
Inversor DC-AC 3000W/48VDC PURA - Palma	INTI	\$ 2.162.481
Inversor Multifuncional Átomo 24V 40A 1000W	INTI	\$ 1.592.527
Inversor Multifuncional Átomo 48V 60A 2000W	INTI	\$ 2.870.792

inti



10% de descuento en todos los equipos para distribuidores

LISTA DE PRECIOS
Noviembre 2018



Inversor Multifuncional Roble 48V 2000W	INTI	\$ 2.870.792
Inversor Multifuncional Roble 48V 3000W	INTI	\$ 3.075.132

MICROINVERSORES ON/GRID

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Microinversor 500w 110V VAC - YC500	APS	\$ 693.431
Microinversor 600w 208-240 VAC - YC600	APS	\$ 768.311
Microinversor 1000w 208-240 VAC - YC1000	APS	\$ 1.095.691
Unidad de Comunicación ECU 3 500Y / 600Y	APS	\$ 930.101
Unidad de Comunicación ECU 3Z 1000Y	APS	\$ 930.101
ESENSOR	APS	\$ 310.901
AC BUS CABLE 2M YC 600	APS	\$ 65.756
AC BUS CABLE 2M YC 1000	APS	\$ 97.006
END CAP YC 500	APS	\$ 9.030
END CAP YC 600	APS	\$ 23.220
END CAP YC 1000	APS	\$ 15.966

APS



INVERSORES ON/GRID

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Inversor 5kW-208-240V-277V PRIMO 5.0-1 (MONOFÁSICO)	Fronius	\$ 5.653.782
Inversor 10kW-208-240V SYMO 10.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 11.269.163
Inversor 10kW-480V SYMO 10.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 12.975.543
Inversor 12kW-208-240V SYMO 12.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 11.874.981
Inversor 15kW-208-240V SYMO 15.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 11.576.503
Inversor 15kW-480V SYMO 15.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 13.210.924
Inversor 20kW-480V SYMO 20.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 13.452.908

Fronius

10% de descuento en todos los equipos para distribuidores

LISTA DE PRECIOS
Noviembre 2018



Inversor 24kW-480V SYMO 24.0-3 (TRIFÁSICO)	Fronius	\$ 13.072.903
Inversor ABB 50Kw 480V 10.0-3 (TRIFÁSICO)	ABB	\$ 20.046.021
Inversor ABB 60Kw 480V 10.0-3 (TRIFÁSICO)	ABB	\$ 22.534.913
Inversor ABB 100Kw 480V 10.0-3 (TRIFÁSICO)	ABB	\$ 43.929.358

* Referencias Fronius: PRIMO 3.8-1/5.0-1/6.0-1/7.6-1/8.2-1; SYMO 10.0-3/12.0-3/12.5-3/15.0-3/17.5-3/20.0-3/22.7-3/24.0-3.

* Si el equipo no se encuentra en stock, se debe importar. Tiempo estimado de entrega 8 semanas aproximadamente según disponibilidad del fabricante.



BATERÍAS

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Batería AGM 12VDC - 55AH	TB PLUS	\$ 326.625
Batería AGM 12VDC - 75AH	TB PLUS	\$ 409.750
Batería AGM 12VDC - 100AH	TB PLUS	\$ 518.320
Batería GEL 12VDC - 120AH	TB PLUS	\$ 630.292
Batería GEL 12VDC - 150AH	TB PLUS	\$ 765.700
Batería GEL 12VDC - 200AH	TB PLUS	\$ 1.060.200
Batería GEL 12VDC - 250AH	TB PLUS	\$ 1.295.800



CABLES Y CONECTORES

DESCRIPCIÓN	PRECIO ANTES DE IVA
Terminal Simple Hembra MC4	\$ 7.210
Terminal Simple Macho MC4	\$ 6.336
Terminal Y Macho (1Positivo/ 2Negativo) MC4	\$ 27.529
Terminal Y Hembra (1Positivo/ 2Negativo) MC4	\$ 27.529
Cable Solar 4mm ZZ-F 1.8KV	\$ 5.093
Cable Solar 6mm ZZ-F 1.8KV	\$ 6.209



10% de descuento en todos los equipos para distribuidores

Quotation



Internal Customer No.

Customer Name

Quotation Date

2018/11/20

Address

Colombia

Quotation Number

Contact Person

Fabian

Contact Person

Vivienne Chin

Tel

+86(0)510 6690 2302

Fax

+86(0)510 6690 2309

Mobile

+008615951517569

Email

Email

vivienne.qian@sofarsolar.com

Item No.	Product Number & Description	FOB Dongguan	CIF
1	Sofar ME3000, 5 Years Warranty	USD 620.00	

Remark

A) Delivery Terms: FOB Dongguan / CIF
B) 100% advanced payment.
C) Offer is valid for 30 days.
D) 5 Years Warranty.

Thank you for your enquiry.

For the Gernal terms of Sales Condition, please download from <http://www.sofarsolar.com>



ENERGIA & CONECTIVIDAD

COT-11-3579-18
Bogotá D.C., Noviembre 23 de 2018

Ingeniero
William Andres Barrera Salazar
UNIVERSIDAD LIBRE
Ciudad

Ref.: Cotización suministro UPS HIBRIDA 3 KVA Y Paneles Solares-
UNIVERSIDAD LIBRE.

Respetado Ingeniero:

Atendiendo su solicitud para la oferta de la referencia, nos permitimos presentar a su consideración la propuesta del suministro de UPS HIBRIDA DE 3 KVA, PANEL SOLAR, SET DE CONECTORES y BATERIA SELLADA 12V-200AH; para UNIVERSIDAD LIBRE, como se describe en la oferta económica.

Seguros de lograr fortalecer nuestros vínculos comerciales, quedamos a su disposición para resolver cualquier inquietud sobre el particular.

Atentamente,

Ricardo Arévalo Adarve
Director General



ENERGIA & CONECTIVIDAD

OFERTA ECONOMICA

Descripción	Cant.	Vr. Unitario Pesos COL\$	Vr. Parcial Pesos COL\$
UPS MARCA POWEST TITAN HIBRIDA Monofásica Tecnología On line 3000VA/2400 W – 3 hilos (fase + neutro + GND) voltaje nominal de entrada 120VAC y salida 120VAC, factor de potencia 0,8, onda senoidal pura, display LCD y software de administración.	01	\$2.267.750	\$2.267.750
PANEL SOLAR 320W Poli-Cristalino, Tensión máxima de alimentación 36.9V, Temperatura de funcionamiento -40 a 85 °C, Conector MC Plug Type IV (MC4), Dimensiones (Altura x Ancho x Profundidad) 1960*946*40, Celdas Solares 72 (6*12), Peso 21.5Kg. A prueba de agua (UL94, VO)	01	\$ 656.850	\$ 656.850
Conector de acople tipo MC4Y-8802 Para cable de 4 mm2 y 6 mm2, Diámetro exterior del cable: 5,5 - 9 mm, Corriente máxima: 30 ^º , Voltaje máximo: 1000VCC, Temperatura exterior: -40 °C hasta +90 °C, Protección, acoplado: IP67, Sistema de cierre snap-in.	01	\$ 24.500	\$ 24.500
Conector de acople tipo MC4-8800 Para cable de 4 mm2 y 6 mm2, Diámetro exterior del cable: 5,5 - 9 mm, Corriente máxima: 30 ^º , Voltaje máximo: 1000VCC, Temperatura exterior: -40 °C hasta +90 °C, Protección, acoplado: IP67, Sistema de cierre snap-in.	01	\$ 5.300	\$ 5.300
Batería sellada libre de mantenimiento 12V-200AH REF. FL122000GS	01	\$ 1.425.900	\$ 1.425.900

CONDICIONES COMERCIALES

FORMA DE PAGO

A convenir.

TIEMPO DE EJECUCION

Inmediato, sujeto a stock y previa coordinación con el Área encargada.

VALIDEZ DE OFERTA

Treinta (30) días.

Cordial saludo

Adjunto ficha técnica y precio para su aprobación

PANEL SOLAR 320W precio \$ 670.000+IVA

Garantía PANEL SOLAR 5 años

Vida útil 25 años

Quedo atento

Atentamente

Ing Harrison Vargas F
Departamento de Mercadeo y Ventas
Ejecutivo Comercial
PBX +57(1)5709000
e-mail: ejecutivoz03@nicomar.com.co
Cel 3223461177
Página web www.nicomar.com.co
Nicomar Electronics S.A.

Sistema inteligente de gestión de energía. Equipado con un controlador MPTT gestiona de manera eficiente la energía de sistemas de baterías, paneles solares, generadores eólicos y red eléctrica; para lograr un sistema aislado sin cortes de luz, capaz de trabajar en 19 modos diferentes según la necesidad y la prioridad, equipado con un cargador inteligente que detecta el tipo de batería ...

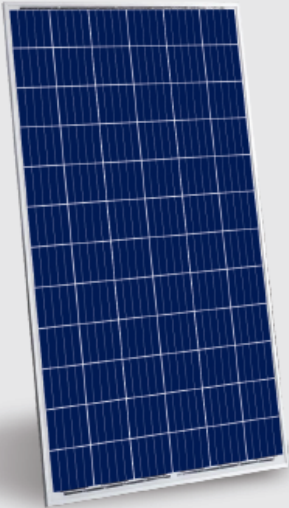

www.nicomar.com.co

Carrera 62 N° 14-65 Zona Industrial Puente Aranda

Bogotá D.C-Colombia-Sur América

Anexo 5: Manuales de equipos

- Paneles solares







Year	Relative Module Performance Output (%)
0	100
10	90
20	80
25	80

Year	Relative Module Performance Output (%)
0	100
10	90
12	80
25	80

Poly crystalline Solar Module

ESP 315/320/325/330/335/340

FEATURES

- ✦ Excellent module efficiency up to 17.3% by using high efficient polycrystalline solar cells 156x156mm
- ✦ Outstanding performance at low irradiance above 96.3%
- ✦ Heavy snow load up to 5400 Pa and wind load up to 3800Pa
- ✦ IP65 or 67 junction box is available for long term weather endurance
- ✦ Salt mist, ammonia and blowing sand resistance, apply to seaside, farm and desert areas
- ✦ Positive power tolerance up to 5w
- ✦ Selective materials and rigid process effectively control Potential Induced Degradation (PID)
- ✦ Total quality control and complete traceability of Material by Shop Floor Control (SFC)


WARRANTY

- ✦ 12 Years Product Workmanship Warranty
- ✦ 12 Years Minimum 90% Power Output
- ✦ 25 Years Minimum 80% Power Output

China Jiangsu International Group Ltd.

 5 West Beijing Road, Nanjing, 210008, China

 +86-(0)25-84792033
 +86-(0)25-84705923

 info@einnova-solarline.com
 www.einnova-solarline.com

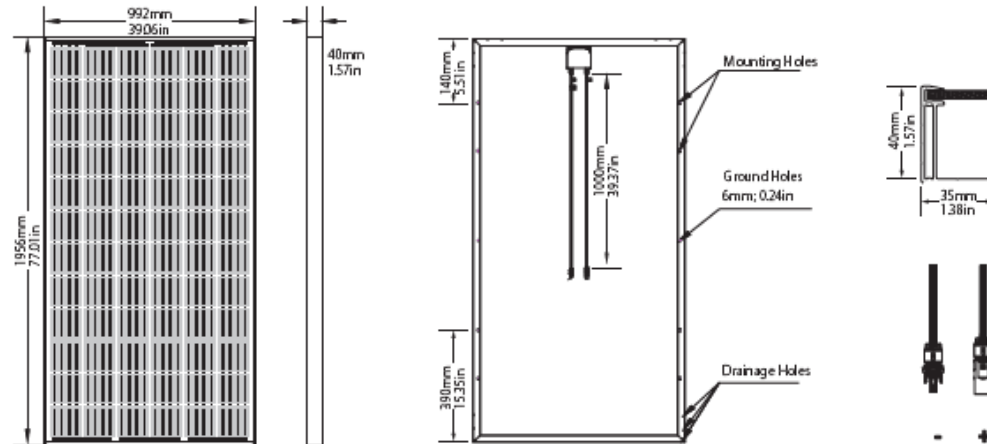
EN

The specifications are subject to change without prior notice.

Poly crystalline Solar Module

ESP 315/320/325/330/335/340

Einnova Solarline
invented for solar



Electrical Specification

Model Type	Unit	ESP 315	ESP 320	ESP 325	ESP 330	ESP 335	ESP 340
Maximum Power (P _{max})	W	315	320	325	330	335	340
Module Efficiency	%	16.3	16.6	16.8	17.0	17.3	17.5
Open Circuit Voltage (V _{oc})	V	45.7	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3
Short Circuit Current (I _{sc})	A	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.41
Maximum Power Voltage (V _{mp})	V	37.0	37.2	37.3	37.4	37.6	37.8
Maximum Power Current (I _{mp})	A	8.52	8.61	8.72	8.83	8.91	9.00
Maximum System Voltage	V	1000 (TUV) / 600 (UL)					
Maximum Series Fuse Rating	A	15					
Power Tolerance		0+5W					

Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

The NOCT is obtained under the Test Conditions: 800W/m²; 20°C ambient temperature, AM 1.5 Spectrum, 1m/s wind speed.

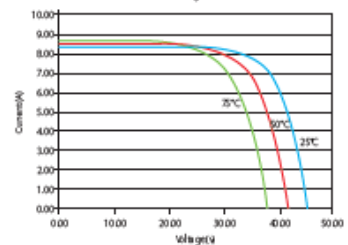
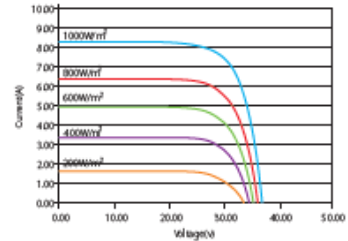
Mechanical Specification

Module Dimension (mm)	1956 × 992 × 40
Cell Dimension (mm)	156 × 156
Number of Cell	72 (6 × 12)
Glass Thickness (mm)	3.2
Weight (kgs)	21.0
Maximum Load (TUV) (Pa scal)	5400
Junction Box and Cable connector	IP65 or IP67 rated; MC4 compatible

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45 ± 2 °C
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.41% / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.32% / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05% / °C
Operating Temperature	-40~85°C

I V CURVE

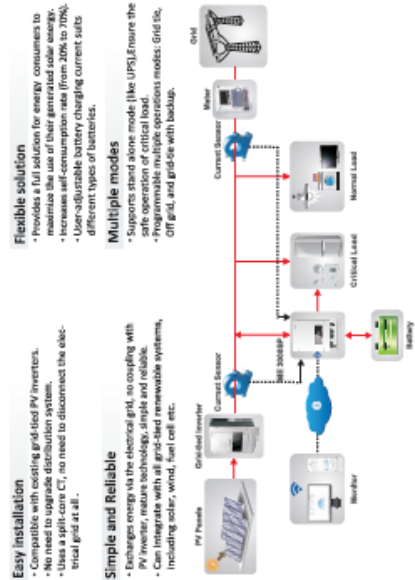
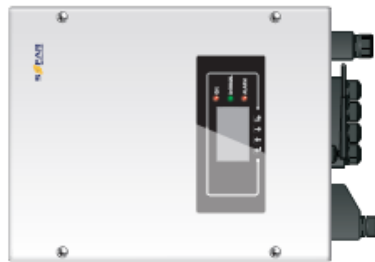


The specifications are subject to change without prior notice.

• Inversor



MASS ENERGY INVERTER



Flexible solution

- Provides a full solution for energy consumers to maximize the use of their generated solar energy.
- Increases self-consumption rate (from 20% to 70%).
- User-adjustable battery charging current suits different types of batteries.

Multiple modes

- Supports stand alone mode (like UPS) to ensure the safe operation of critical load.
- Programmable multiple operations modes: Grid tie, Off grid, and grid tie with backup.

Easy installation

- Compatible with existing grid-tied PV inverters.
- No need to upgrade distribution system.
- Uses a split-core CT, no need to disconnect the electrical grid at all.

Simple and Reliable

- Exchanges energy via the electrical grid, no coupling with PV inverter, mature technology, simple and reliable.
- Can integrate with all grid-tied renewable systems, including solar, wind, fuel cell etc.

Datasheet

ME 3000SP

Battery Parameters	
Battery Type	Lead acid/Lithium-ion
Nominal battery voltage	48V
Battery voltage range	42~54V
Recommended battery capacity	200Ah (100Ah is also optional)
Recommended charging current	9.6Ah
Max.Charging Current	60A
Charging Current Range	0-60A(programmable)
Charging curve	3-stage adaptive with maintenance
Max.Discharging Current	60A
Electronic protection	OCP, OTP, OVP
Short circuit protection	Fuse (100A)
Discharge time (hour)	Po=3kVA/9.6h
Depth of discharge	Lithium: 0~80% DOD adjustable Lead acid: 0~50% DOD adjustable
AC Parameters	
Max.Output Power	3kVA
Rated Input/Output Voltage	240V
Max.Input/Output Current	13A
AC Input/Voltage Range	180V~270V
Grid Frequency Range	44~51Hz / 4~6Hz
THFi	≤9%
Power Factor	1.0 (variable ±0.8)
Connection phase	Single
Current limit	0.8A/line
Maximum output full current	100A/line
Maximum output overcurrent protection	13A
System Parameters	
Max.Charging Efficiency	94.1%
Max.Discharging Efficiency	94.3%
Standby Losses	<5W
Topology	High Frequency Isolated Transformer
Degree of Protection	IP65
Safety Protection	Arc-finding, RCMd, Ground Fault Monitoring
Certification	IEC 61155-1, IEC 61155-2, IEC 61155-3, IEC 61155-4, IEC 61155-5, IEC 61155-6, IEC 61155-7, IEC 61155-8, IEC 61155-9, IEC 61155-10, IEC 61155-11, IEC 61155-12, IEC 61155-13, IEC 61155-14, IEC 61155-15, IEC 61155-16, IEC 61155-17, IEC 61155-18, IEC 61155-19, IEC 61155-20, IEC 61155-21, IEC 61155-22, IEC 61155-23, IEC 61155-24, IEC 61155-25, IEC 61155-26, IEC 61155-27, IEC 61155-28, IEC 61155-29, IEC 61155-30, IEC 61155-31, IEC 61155-32, IEC 61155-33, IEC 61155-34, IEC 61155-35, IEC 61155-36, IEC 61155-37, IEC 61155-38, IEC 61155-39, IEC 61155-40, IEC 61155-41, IEC 61155-42, IEC 61155-43, IEC 61155-44, IEC 61155-45, IEC 61155-46, IEC 61155-47, IEC 61155-48, IEC 61155-49, IEC 61155-50, IEC 61155-51, IEC 61155-52, IEC 61155-53, IEC 61155-54, IEC 61155-55, IEC 61155-56, IEC 61155-57, IEC 61155-58, IEC 61155-59, IEC 61155-60, IEC 61155-61, IEC 61155-62, IEC 61155-63, IEC 61155-64, IEC 61155-65, IEC 61155-66, IEC 61155-67, IEC 61155-68, IEC 61155-69, IEC 61155-70, IEC 61155-71, IEC 61155-72, IEC 61155-73, IEC 61155-74, IEC 61155-75, IEC 61155-76, IEC 61155-77, IEC 61155-78, IEC 61155-79, IEC 61155-80, IEC 61155-81, IEC 61155-82, IEC 61155-83, IEC 61155-84, IEC 61155-85, IEC 61155-86, IEC 61155-87, IEC 61155-88, IEC 61155-89, IEC 61155-90, IEC 61155-91, IEC 61155-92, IEC 61155-93, IEC 61155-94, IEC 61155-95, IEC 61155-96, IEC 61155-97, IEC 61155-98, IEC 61155-99, IEC 61155-100, IEC 61155-101, IEC 61155-102, IEC 61155-103, IEC 61155-104, IEC 61155-105, IEC 61155-106, IEC 61155-107, IEC 61155-108, IEC 61155-109, IEC 61155-110, IEC 61155-111, IEC 61155-112, IEC 61155-113, IEC 61155-114, IEC 61155-115, IEC 61155-116, IEC 61155-117, IEC 61155-118, IEC 61155-119, IEC 61155-120, IEC 61155-121, IEC 61155-122, IEC 61155-123, IEC 61155-124, IEC 61155-125, IEC 61155-126, IEC 61155-127, IEC 61155-128, IEC 61155-129, IEC 61155-130, IEC 61155-131, IEC 61155-132, IEC 61155-133, IEC 61155-134, IEC 61155-135, IEC 61155-136, IEC 61155-137, IEC 61155-138, IEC 61155-139, IEC 61155-140, IEC 61155-141, IEC 61155-142, IEC 61155-143, IEC 61155-144, IEC 61155-145, IEC 61155-146, IEC 61155-147, IEC 61155-148, IEC 61155-149, IEC 61155-150, IEC 61155-151, IEC 61155-152, IEC 61155-153, IEC 61155-154, IEC 61155-155, IEC 61155-156, IEC 61155-157, IEC 61155-158, IEC 61155-159, IEC 61155-160, IEC 61155-161, IEC 61155-162, IEC 61155-163, IEC 61155-164, IEC 61155-165, IEC 61155-166, IEC 61155-167, IEC 61155-168, IEC 61155-169, IEC 61155-170, IEC 61155-171, IEC 61155-172, IEC 61155-173, IEC 61155-174, IEC 61155-175, IEC 61155-176, IEC 61155-177, IEC 61155-178, IEC 61155-179, IEC 61155-180, IEC 61155-181, IEC 61155-182, IEC 61155-183, IEC 61155-184, IEC 61155-185, IEC 61155-186, IEC 61155-187, IEC 61155-188, IEC 61155-189, IEC 61155-190, IEC 61155-191, IEC 61155-192, IEC 61155-193, IEC 61155-194, IEC 61155-195, IEC 61155-196, IEC 61155-197, IEC 61155-198, IEC 61155-199, IEC 61155-200, IEC 61155-201, IEC 61155-202, IEC 61155-203, IEC 61155-204, IEC 61155-205, IEC 61155-206, IEC 61155-207, IEC 61155-208, IEC 61155-209, IEC 61155-210, IEC 61155-211, IEC 61155-212, IEC 61155-213, IEC 61155-214, IEC 61155-215, IEC 61155-216, IEC 61155-217, IEC 61155-218, IEC 61155-219, IEC 61155-220, IEC 61155-221, IEC 61155-222, IEC 61155-223, IEC 61155-224, IEC 61155-225, IEC 61155-226, IEC 61155-227, IEC 61155-228, IEC 61155-229, IEC 61155-230, IEC 61155-231, IEC 61155-232, IEC 61155-233, IEC 61155-234, IEC 61155-235, IEC 61155-236, IEC 61155-237, IEC 61155-238, IEC 61155-239, IEC 61155-240, IEC 61155-241, IEC 61155-242, IEC 61155-243, IEC 61155-244, IEC 61155-245, IEC 61155-246, IEC 61155-247, IEC 61155-248, IEC 61155-249, IEC 61155-250, IEC 61155-251, IEC 61155-252, IEC 61155-253, IEC 61155-254, IEC 61155-255, IEC 61155-256, IEC 61155-257, IEC 61155-258, IEC 61155-259, IEC 61155-260, IEC 61155-261, IEC 61155-262, IEC 61155-263, IEC 61155-264, IEC 61155-265, IEC 61155-266, IEC 61155-267, IEC 61155-268, IEC 61155-269, IEC 61155-270, IEC 61155-271, IEC 61155-272, IEC 61155-273, IEC 61155-274, IEC 61155-275, IEC 61155-276, IEC 61155-277, IEC 61155-278, IEC 61155-279, IEC 61155-280, IEC 61155-281, IEC 61155-282, IEC 61155-283, IEC 61155-284, IEC 61155-285, IEC 61155-286, IEC 61155-287, IEC 61155-288, IEC 61155-289, IEC 61155-290, IEC 61155-291, IEC 61155-292, IEC 61155-293, IEC 61155-294, IEC 61155-295, IEC 61155-296, IEC 61155-297, IEC 61155-298, IEC 61155-299, IEC 61155-300, IEC 61155-301, IEC 61155-302, IEC 61155-303, IEC 61155-304, IEC 61155-305, IEC 61155-306, IEC 61155-307, IEC 61155-308, IEC 61155-309, IEC 61155-310, IEC 61155-311, IEC 61155-312, IEC 61155-313, IEC 61155-314, IEC 61155-315, IEC 61155-316, IEC 61155-317, IEC 61155-318, IEC 61155-319, IEC 61155-320, IEC 61155-321, IEC 61155-322, IEC 61155-323, IEC 61155-324, IEC 61155-325, IEC 61155-326, IEC 61155-327, IEC 61155-328, IEC 61155-329, IEC 61155-330, IEC 61155-331, IEC 61155-332, IEC 61155-333, IEC 61155-334, IEC 61155-335, IEC 61155-336, IEC 61155-337, IEC 61155-338, IEC 61155-339, IEC 61155-340, IEC 61155-341, IEC 61155-342, IEC 61155-343, IEC 61155-344, IEC 61155-345, IEC 61155-346, IEC 61155-347, IEC 61155-348, IEC 61155-349, IEC 61155-350, IEC 61155-351, IEC 61155-352, IEC 61155-353, IEC 61155-354, IEC 61155-355, IEC 61155-356, IEC 61155-357, IEC 61155-358, IEC 61155-359, IEC 61155-360, IEC 61155-361, IEC 61155-362, IEC 61155-363, IEC 61155-364, IEC 61155-365, IEC 61155-366, IEC 61155-367, IEC 61155-368, IEC 61155-369, IEC 61155-370, IEC 61155-371, IEC 61155-372, IEC 61155-373, IEC 61155-374, IEC 61155-375, IEC 61155-376, IEC 61155-377, IEC 61155-378, IEC 61155-379, IEC 61155-380, IEC 61155-381, IEC 61155-382, IEC 61155-383, IEC 61155-384, IEC 61155-385, IEC 61155-386, IEC 61155-387, IEC 61155-388, IEC 61155-389, IEC 61155-390, IEC 61155-391, IEC 61155-392, IEC 61155-393, IEC 61155-394, IEC 61155-395, IEC 61155-396, IEC 61155-397, IEC 61155-398, IEC 61155-399, IEC 61155-400, IEC 61155-401, IEC 61155-402, IEC 61155-403, IEC 61155-404, IEC 61155-405, IEC 61155-406, IEC 61155-407, IEC 61155-408, IEC 61155-409, IEC 61155-410, IEC 61155-411, IEC 61155-412, IEC 61155-413, IEC 61155-414, IEC 61155-415, IEC 61155-416, IEC 61155-417, IEC 61155-418, IEC 61155-419, IEC 61155-420, IEC 61155-421, IEC 61155-422, IEC 61155-423, IEC 61155-424, IEC 61155-425, IEC 61155-426, IEC 61155-427, IEC 61155-428, IEC 61155-429, IEC 61155-430, IEC 61155-431, IEC 61155-432, IEC 61155-433, IEC 61155-434, IEC 61155-435, IEC 61155-436, IEC 61155-437, IEC 61155-438, IEC 61155-439, IEC 61155-440, IEC 61155-441, IEC 61155-442, IEC 61155-443, IEC 61155-444, IEC 61155-445, IEC 61155-446, IEC 61155-447, IEC 61155-448, IEC 61155-449, IEC 61155-450, IEC 61155-451, IEC 61155-452, IEC 61155-453, IEC 61155-454, IEC 61155-455, IEC 61155-456, IEC 61155-457, IEC 61155-458, IEC 61155-459, IEC 61155-460, IEC 61155-461, IEC 61155-462, IEC 61155-463, IEC 61155-464, IEC 61155-465, IEC 61155-466, IEC 61155-467, IEC 61155-468, IEC 61155-469, IEC 61155-470, IEC 61155-471, IEC 61155-472, IEC 61155-473, IEC 61155-474, IEC 61155-475, IEC 61155-476, IEC 61155-477, IEC 61155-478, IEC 61155-479, IEC 61155-480, IEC 61155-481, IEC 61155-482, IEC 61155-483, IEC 61155-484, IEC 61155-485, IEC 61155-486, IEC 61155-487, IEC 61155-488, IEC 61155-489, IEC 61155-490, IEC 61155-491, IEC 61155-492, IEC 61155-493, IEC 61155-494, IEC 61155-495, IEC 61155-496, IEC 61155-497, IEC 61155-498, IEC 61155-499, IEC 61155-500, IEC 61155-501, IEC 61155-502, IEC 61155-503, IEC 61155-504, IEC 61155-505, IEC 61155-506, IEC 61155-507, IEC 61155-508, IEC 61155-509, IEC 61155-510, IEC 61155-511, IEC 61155-512, IEC 61155-513, IEC 61155-514, IEC 61155-515, IEC 61155-516, IEC 61155-517, IEC 61155-518, IEC 61155-519, IEC 61155-520, IEC 61155-521, IEC 61155-522, IEC 61155-523, IEC 61155-524, IEC 61155-525, IEC 61155-526, IEC 61155-527, IEC 61155-528, IEC 61155-529, IEC 61155-530, IEC 61155-531, IEC 61155-532, IEC 61155-533, IEC 61155-534, IEC 61155-535, IEC 61155-536, IEC 61155-537, IEC 61155-538, IEC 61155-539, IEC 61155-540, IEC 61155-541, IEC 61155-542, IEC 61155-543, IEC 61155-544, IEC 61155-545, IEC 61155-546, IEC 61155-547, IEC 61155-548, IEC 61155-549, IEC 61155-550, IEC 61155-551, IEC 61155-552, IEC 61155-553, IEC 61155-554, IEC 61155-555, IEC 61155-556, IEC 61155-557, IEC 61155-558, IEC 61155-559, IEC 61155-560, IEC 61155-561, IEC 61155-562, IEC 61155-563, IEC 61155-564, IEC 61155-565, IEC 61155-566, IEC 61155-567, IEC 61155-568, IEC 61155-569, IEC 61155-570, IEC 61155-571, IEC 61155-572, IEC 61155-573, IEC 61155-574, IEC 61155-575, IEC 61155-576, IEC 61155-577, IEC 61155-578, IEC 61155-579, IEC 61155-580, IEC 61155-581, IEC 61155-582, IEC 61155-583, IEC 61155-584, IEC 61155-585, IEC 61155-586, IEC 61155-587, IEC 61155-588, IEC 61155-589, IEC 61155-590, IEC 61155-591, IEC 61155-592, IEC 61155-593, IEC 61155-594, IEC 61155-595, IEC 61155-596, IEC 61155-597, IEC 61155-598, IEC 61155-599, IEC 61155-600, IEC 61155-601, IEC 61155-602, IEC 61155-603, IEC 61155-604, IEC 61155-605, IEC 61155-606, IEC 61155-607, IEC 61155-608, IEC 61155-609, IEC 61155-610, IEC 61155-611, IEC 61155-612, IEC 61155-613, IEC 61155-614, IEC 61155-615, IEC 61155-616, IEC 61155-617, IEC 61155-618, IEC 61155-619, IEC 61155-620, IEC 61155-621, IEC 61155-622, IEC 61155-623, IEC 61155-624, IEC 61155-625, IEC 61155-626, IEC 61155-627, IEC 61155-628, IEC 61155-629, IEC 61155-630, IEC 61155-631, IEC 61155-632, IEC 61155-633, IEC 61155-634, IEC 61155-635, IEC 61155-636, IEC 61155-637, IEC 61155-638, IEC 61155-639, IEC 61155-640, IEC 61155-641, IEC 61155-642, IEC 61155-643, IEC 61155-644, IEC 61155-645, IEC 61155-646, IEC 61155-647, IEC 61155-648, IEC 61155-649, IEC 61155-650, IEC 61155-651, IEC 61155-652, IEC 61155-653, IEC 61155-654, IEC 61155-655, IEC 61155-656, IEC 61155-657, IEC 61155-658, IEC 61155-659, IEC 61155-660, IEC 61155-661, IEC 61155-662, IEC 61155-663, IEC 61155-664, IEC 61155-665, IEC 61155-666, IEC 61155-667, IEC 61155-668, IEC 61155-669, IEC 61155-670, IEC 61155-671, IEC 61155-672, IEC 61155-673, IEC 61155-674, IEC 61155-675, IEC 61155-676, IEC 61155-677, IEC 61155-678, IEC 61155-679, IEC 61155-680, IEC 61155-681, IEC 61155-682, IEC 61155-683, IEC 61155-684, IEC 61155-685, IEC 61155-686, IEC 61155-687, IEC 61155-688, IEC 61155-689, IEC 61155-690, IEC 61155-691, IEC 61155-692, IEC 61155-693, IEC 61155-694, IEC 61155-695, IEC 61155-696, IEC 61155-697, IEC 61155-698, IEC 61155-699, IEC 61155-700, IEC 61155-701, IEC 61155-702, IEC 61155-703, IEC 61155-704, IEC 61155-705, IEC 61155-706, IEC 61155-707, IEC 61155-708, IEC 61155-709, IEC 61155-710, IEC 61155-711, IEC 61155-712, IEC 61155-713, IEC 61155-714, IEC 61155-715, IEC 61155-716, IEC 61155-717, IEC 61155-718, IEC 61155-719, IEC 61155-720, IEC 61155-721, IEC 61155-722, IEC 61155-723, IEC 61155-724, IEC 61155-725, IEC 61155-726, IEC 61155-727, IEC 61155-728, IEC 61155-729, IEC 61155-730, IEC 61155-731, IEC 61155-732, IEC 61155-733, IEC 61155-734, IEC 61155-735, IEC 61155-736, IEC 61155-737, IEC 61155-738, IEC 61155-739, IEC 61155-740, IEC 61155-741, IEC 61155-742, IEC 61155-743, IEC 61155-744, IEC 61155-745, IEC 61155-746, IEC 61155-747, IEC 61155-748, IEC 61155-749, IEC 61155-750, IEC 61155-751, IEC 61155-752, IEC 61155-753, IEC 61155-754, IEC 61155-755, IEC 61155-756, IEC 61155-757, IEC 61155-758, IEC 61155-759, IEC 61155-760, IEC 61155-761, IEC 61155-762, IEC 61155-763, IEC 61155-764, IEC 61155-765, IEC 61155-766, IEC 61155-767, IEC 61155-768, IEC 61155-769, IEC 61155-770, IEC 61155-771, IEC 61155-772, IEC 61155-773, IEC 61155-774, IEC 61155-775, IEC 61155-776, IEC 61155-777, IEC 61155-778, IEC 61155-779, IEC 61155-780, IEC 61155-781, IEC 61155-782, IEC 61155-783, IEC 61155-784, IEC 61155-785, IEC 61155-786, IEC 61155-787, IEC 61155-788, IEC 61155-789, IEC 61155-790, IEC 61155-791, IEC 61155-792, IEC 61155-793, IEC 61155-794, IEC 61155-795, IEC 61155-796, IEC 61155-797, IEC 61155-798, IEC 61155-799, IEC 61155-800, IEC 61155-801, IEC 61155-802, IEC 61155-803, IEC 61155-804, IEC 61155-805, IEC 61155-806, IEC 61155-807, IEC 61155-808

- Inversor/cargador



Inversor/cargador MultiPlus

800VA – 5kVA Compatible con baterías de Lítio-Ion

www.victronenergy.com



MultiPlus
24/3000/70



MultiPlus Compact
12/2000/80

Multi funcional, con gestión de potencia inteligente

El MultiPlus reúne, en una sola carcasa compacta, un potente inversor sinusoidal, un sofisticado cargador de baterías con tecnología adaptable y un conmutador de transferencia de CA de alta velocidad. Además de estas funciones principales, el MultiPlus dispone de varias características avanzadas, tal y como se describe más abajo.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del MultiPlus le llega alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible sólo en los modelos con conmutador de transferencia de 50A).

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades de 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

PowerControl – Potencia limitada del generador, del pantalán o de la red

El Multi es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la red del pantalán.

PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica del pantalán o del generador

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente del pantalán o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Cargador variable de cuatro etapas y carga de bancadas de baterías dobles

La salida principal proporciona una potente carga al sistema de baterías por medio de un avanzado software de "carga variable". El software ajusta con precisión el proceso automático de tres etapas adaptándose a las condiciones de la batería y añade una cuarta etapa para prolongados periodos de carga lenta. El proceso de carga variable se describe con más detalle en la hoja de datos del Phoenix Charger y en nuestro sitio web, en el apartado "Información Técnica". Además de lo anterior, el MultiPlus puede cargar una segunda batería utilizando una salida de carga limitada independiente, pensada para cargar una batería de arranque del motor principal o del generador (dicha salida disponible únicamente en los modelos de 12V y 24V).

La configuración del sistema no puede ser más sencilla

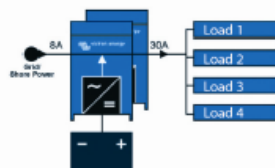
Una vez instalado, el MultiPlus está listo para funcionar.

Si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un nuevo procedimiento de configuración del conmutador DIP. Con los conmutadores DIP se puede incluso programar el funcionamiento en paralelo y el trifásico: ¡sin necesidad de ordenador!

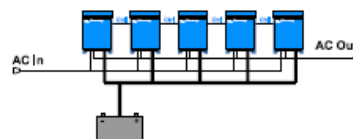
También se puede utilizar un VE.Net en vez de los conmutadores DIP.

Y hay disponible un sofisticado software (VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator) para configurar varias nuevas y avanzadas características.

PowerAssist con 2 MultiPlus en paralelo



Cinco unidades en paralelo: potencia de salida 25 kVA



MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		SI	SI	SI	SI	SI	SI
PowerAssist		SI	SI	SI	SI	SI	SI
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	50
Funcionamiento en paralelo y en trifásico		SI	SI	SI	SI	SI	SI
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (V CC)		9,5 – 17 V		19 – 33 V		38 – 66 V	
Salida		Tensión de salida: 230 VAC ± 2%		Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)			
Potencia cont. desalida a 25 °C (VA) (3)		800	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. desalida a 25 °C (W)		700	1000	1300	1600	2500	4500
Potencia cont. desalida a 40 °C (W)		650	900	1200	1450	2200	4000
Pico de potencia (W)		1600	2400	3000	4000	6000	10.000
Eficiencia máxima (%)		92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío (W)		8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	25 / 25
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)		5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	20 / 20
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 6
CARGADOR							
Entrada CA		Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA		Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz		Factor de potencia: 1	
Tensión de carga de absorción (V CC)		14,4 / 28,8 / 57,6					
Tensión de carga de flotación (V CC)		13,8 / 27,6 / 55,2					
Modo de almacenamiento (V CC)		13,2 / 26,4 / 52,8					
Corriente de carga batería casa (A) (4)		35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70
Corriente de carga batería de arranque (A)		4 (solo modelos de 12 y 24V)					
Sensor de temperatura de la batería		SI					
GENERAL							
Salida auxiliar (A) (5)		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI (16A)	SI (25A)
Relé programable (6)		SI					
Protección (2)		a - g					
Puerto de comunicación VE.Bus		Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema					
Puerto com. de uso general (7)		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI (8)	SI
Remote on-off		SI					
Características comunes		Temperatura de funcionamiento: -20 a +50°C (refrigerado por aire) Humedad (sin condensación): máx. 95%					
CARCASA							
Características comunes		Material y color: aluminio (azul RAL 5012)			Categoría de protección: IP 21		
Conexiones de la batería		cables de batería de 1,5 metros			Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)	
Conexión 230 V CA		Conector GST181			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)	
Peso (kg)		10	10	10	12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)		375x214x110			520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS							
Seguridad		EN 60335-1, EN 60335-2-29					
Emissiones / Inmunidad		EN 55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3					
Directiva de automoción		2004/104/EC					
1) Puede ajustarse a 60 Hz, 120 V ó 60 Hz si se solicita. 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja e) temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) conducción de la tensión desde entrada de marcado de entrada 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) a 25 °C de temperatura ambiente 5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como alarma general, subvoltaje CC o señal de arranque para el generador Capacidad nominal CA: 230V/4A Capacidad nominal CC: 4A hasta 35 VDC, 1A hasta 60 VDC 7) Entre otras funciones, para comunicarse con una batería BMS de Lito-Ion							

1) Puede ajustarse a 60 Hz, 120 V 60 Hz si se solicita
2) Claves de protección:
a) cortocircuito de salida
b) sobrecarga
c) tensión de la batería demasiado alta
d) tensión de la batería demasiado baja
e) temperatura demasiado alta
f) 230 V CA en la salida del inversor
g) oscilación de la tensión de entrada demasiado alta

3) Carga no lineal, factor de cresta ≥ 1
4) a 25 °C de temperatura ambiente
5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible
6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como alarma general, subvoltaje CC o señal de arranque para el generador
Capacidad nominal CA: 230V/4A
Capacidad nominal CC: 4A hasta 35VDC, 1A hasta 60VDC
7) Entre otras funciones, para comunicarse con una batería BM5 de Lithium



Multi Control Digital

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector rotatorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



PanelBlue Power

Se conecta a un Multi o a un Quattro ya todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net.
Representación gráfica de corrientes y tensiones, display of currents and voltages.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

- **Convertidor MK2.2 VE.Bus a RS232**
Se conecta al puerto RS232 de un ordenador (ver "Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor MK2-USB VE.Bus a USB**
Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor VE.Net a VE.Bus**
Interfaz del VE.Net (ver la documentación VE.Net)
- **Convertidor VE.Bus a NMEA2000**
- **Victron Global Remote**
El Global Remote es un módem que envía alarmas, avisos e informes sobre el estado del sistema a teléfonos móviles mediante mensajes de texto (SMS). También puede registrar datos de monitores de baterías Victor, Multi, Quattro e inversores a una web mediante una conexión GPRS. El acceso a esta web es gratuito.
- **Victron Ethernet Remote**
Para conectar a Ethernet.



Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

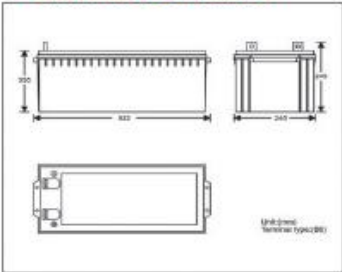
- Baterías

Referencia

TB12-200 (12V200AH) GEL LONG LIFE



Dimensiones v Características



Tensión nominal	12V
Capacidad nominal (20 tasa de horas)	200AH
Peso aproximado	60,8 kg
Terminal	Estándar T3 Insert
	Opcional
Largo mm	522
Ancho mm	240
Alto sin terminal mm	220

Temperatura de funcionamiento

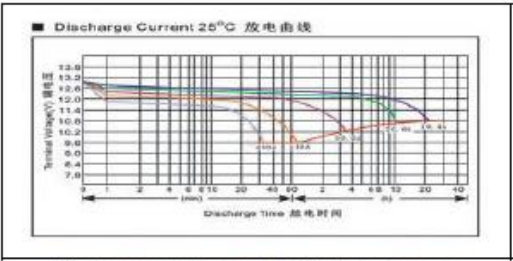
Carga	0 C (32 F) ~ 40 C (104 F)
Descarga	-20 C (-4 F) ~ 50 C (122 F)
Almacenamiento	-20 C (-4 F) ~ 40 C (104 F)



Especificación

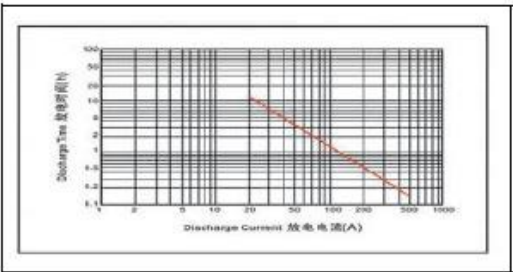
Capacidad 25 C (77 F)	10 Tasa de horas	(15.0A, 10.8V)	200AH
	3 Tasa de horas	(24.5A, 10.5V)	155 AH
	1 Tasa de horas	(103A, 9.6V)	120AH
Capacidad afectada por la temperatura	40 C (104 F)		103%
	25 C (77 F)		100%
	0 C (32 F)		86%
	-15 C (5 F)		65%
Auto-descarga en 25 C (77 F) (Antes de recargar)	Cap. después de 3 meses		91%
	Cap. después de 6 meses		82%
	Cap. después de 12 meses		64%
Carga de tensión	Ciclo	Corriente de carga inicial <40A 14.4V ~ 15V at 25 C (77F)	
Vida útil		6 años	

Características de descarga



Nota : Descarga será de corte de 10.5V si la descarga en <1 C y en 9.6V si en >1 C

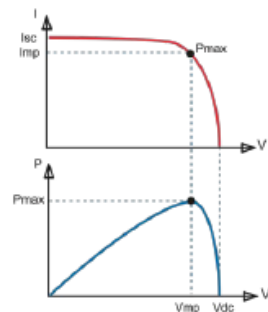
Se recomienda recargar la batería a voltaje constante cargar inmediatamente después de su uso



- Regulador / controlador



Controlador de carga solar
MPPT 100/50



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPPT) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)
Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial
En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.
Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo.
El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión
Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%. Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

Algoritmo de carga flexible
Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica
Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.
Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna
Compensa la tensión de carga de absorción y flotación.
enfundón de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real
- Smartphones, tablets y otros dispositivos Apple y Android consulte "VEDirect y la mochila BlueBoth Smart"
- Panel ColorControl



Controlador de carga Blu eSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática: 12/24V	
Corriente de carga nominal	30 A	50 A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440 W	700 W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880 W	1400 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100 V	100 V
Max. corriente de cortocircuito FV 2)	35 A	60 A
Eficiencia máxima	98%	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 V / 28,8 V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 V / 27,6 V (ajustable)	
Algoritmo de carga	variable multietapas	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad Inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)	
Humedad	95 %, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 501 2)	
Terminales de conexión	13mm ² / AWG6	
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3 kg	1,3 kg
Dimensiones (a l x an x p)	130 x 186 x 70 mm	130 x 186 x 70 mm
ESTÁNDARES		
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	
1a) Si hubiese más potencia FV conectada, el controlador limitará la potencia de entrada. 1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat +1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador		

- Angulo de acero estructural



Precio corresponde a la ubicación de CUNDINAMARCA
El precio puede cambiar al modificar la zona de envío o retiro.

\$15.200 UND

Metro \$2.533

Acumulas: 15 CMR Puntos

Cantidad

1

Agregar al carro

Agregar a mi lista

Calcula el valor de tu cuota CMR

Nº de cuotas

1

Valor de la cuota

\$ 15.200

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

Envío a domicilio Ver opciones

Retira tu compra en tienda Ver opciones

Disponibilidad en tiendas Ver stock

Fotos

FICHA TÉCNICA

[VOLVER ARRIBA](#)

Atributo	Detalle
Tipo	Ángulos
Características	Ángulo estructural fabricado por procesos de laminación en caliente, de palanquilla proveniente de la colada continua, por medio de la cual se le da secciones transversales con formas de L con alas iguales.
Material	Acero
Largo	6 metros
Alto	2,5 mm
Uso	Son utilizadas para la construcción de torres de transmisión eléctrica, torres de telecomunicaciones, fabricación de vigas y columnas en celosía, cerchas, arrastamientos y cerrajería en general
Ancho	25 mm

Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/89825/Angulo-6-metros-25-x-2,5-mm-ancho-36/89825Estante>

- Mandíbula de fijación de módulos solares al soporte



Fuente: <https://www.greenenergy-latinamerica.com/tienda/producto/gela-omega/>

- Cemento



Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/46902/Cemento-gris-25-kilos/46902>

- Estante



Fuente:<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/298031/estanteria-en-metal-y-madera-gris-de-176x150x60-cm-con-tornillos/298031>